

Aus dem Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun)

**Prophylaxe der Gebärpause bei Kühen mit Kalzium und Natriumphosphat
per os**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von
Barbara Elisabeth Bryce
Tierärztin
von Castasegna GR und Schottland UK

genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent
Prof. Dr. T. Lutz, Korreferent

Zürich, 2007
Zentralstelle der Studentenschaft

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	1
2. SUMMARY	2
3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	3
4. LITERATURÜBERSICHT	4
4.1. Prophylaxe der Gebärparese	4
4.1.1. Vitamin D und Vitamin-D-Metaboliten	5
4.1.2. Fütterung	6
4.1.3. Prophylaxe der Gebärparese durch perorale Verabreichung von Kalzium und Phosphor	8
4.1.4. Vergleich verschiedener prophylaktischer Massnahmen	15
5. MATERIAL UND METHODIK	17
5.1. Untersuchte Tiere	17
5.1.1. Tiergruppe A: Kontrollkühe	17
5.1.2. Tiergruppen B, C, D und E: Im Vorjahr an Gebärparese erkrankte Tiere	17
5.2. Lösungen für die perorale Behandlung	19
5.3. Klinische Betreuung	19
5.3.1. Eintrittsuntersuchung	19
5.3.2. Betreuung und Untersuchung der Tiere ante partum	19
5.3.3. Betreuung und Untersuchung der Tiere post partum	20
5.3.4. Retentio secundinarum	20
5.3.5. Mastitis	21
5.3.6. Untersuchung und Massnahmen bei Auftreten der Gebärparese	21
5.4. Blut- und Harnentnahmen	22
5.5. Laboranalysen	22
5.6. Parathormonbestimmung	23
5.7. Untersuchung der Harnproben	24
5.8. Statistik	24

5.9. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich	25
6. ERGEBNISSE	26
6.1. Tiergruppe A: Gesunde Kontrollkühe	26
6.1.1. Untersuchungen ante partum	26
6.1.2. Klinische Befunde post partum	26
6.1.3. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum post partum	27
6.2. Tiergruppen B, C, D und E: Im Rahmen der Dissertation an Gebärparese erkrankte Kühe	34
6.3. Tiergruppen B, C, D und E: Im Rahmen der Dissertation nicht an Gebärparese erkrankte Tiere	36
6.3.1. Klinische Befunde ante partum: Temperatur, Atmung und Herzfrequenz	36
6.3.2. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum ante partum	37
6.3.3. Klinische Befunde post partum	42
6.3.4. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum post partum	47
6.3.5. Ausscheidung von Kalzium, anorganischem Phosphat und Magnesium mit dem Harn	71
7. DISKUSSION	76
7.1. Tiergruppe A: Gesunde, im Vorjahr nicht an Gebärparese erkrankte Kühe	76
7.2. Tiergruppen B, C, D und E: Im Vorjahr an Gebärparese erkrankte Kühe	78
7.2.1. Klinische Befunde ante partum	78
7.2.2. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum ante partum	78
7.2.3. Klinische Befunde post partum	80
7.2.4. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum post partum	82
7.3. Schlussfolgerungen	86
8. LITERATURVERZEICHNIS	88
9. DANKSAGUNG	93
10. ANHANG: ELEKTROLYT-, PARATHORMON- UND TEMPERATURVERLAUF ALLER 35 UNTERSUCHTEN KÜHE	95

1. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, bei Kühen, die im Vorjahr an Gebärparese erkrankt waren, eine prophylaktische Behandlung mit Kalzium und Phosphor per os durchzuführen und den Behandlungserfolg sowie den Elektrolyt- und Parathormonverlauf im Blutserum zu untersuchen. 32 Kühe, die nach der letzten Geburt festgelegt waren, wurden in 4 Gruppen zu 8 Tieren eingeteilt. Die Kühe der ersten Gruppe erhielten keine prophylaktische Behandlung, die Kühe der zweiten eine Behandlung mittels 160 g Kalziumchlorid, die dritte Gruppe erhielt 350 g Natriumdihydrogenphosphat, und die vierte erhielt beide Mineralstoffe. Die prophylaktische Behandlung erfolgte kurz nach der Geburt und zwölf Stunden später. Blutproben für die Bestimmung von Kalzium, ionisiertem Kalzium, anorganischem Phosphat, Magnesium und Parathormon wurden vor der Geburt und danach über einen Zeitraum von 4 Tagen entnommen.

Der Behandlungserfolg der einzelnen Gruppen unterschied sich nicht signifikant. Total sind 59.4 % der Kühe erneut an Gebärparese erkrankt.

2. SUMMARY

The aim of this study was to examine the serum electrolyte and parathyroid hormone concentrations of cows, which had suffered from milk fever after the previous calving and which were treated prophylactically with calcium and phosphorus solutions orally immediately after calving and 12 h later. Therefore 32 cows were divided into groups of eight. The cows of the first group received no prophylactic treatment, the second group received 160 g calciumchloride, the third group received 350 g sodiumdihydrogenphosphate and the fourth group received both preparations. The prophylactic treatment was administered immediately after calving and twelve hours later. Blood samples for the determination of calcium, ionised calcium, magnesium, inorganic phosphorus and parathyroid hormone were collected before calving and after over a period of four days.

There was no significant difference in the success of therapy in the four groups. Overall 59.4 % of the 32 cows which had suffered from parturient paresis the year before have experienced milk fever again.

3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Gebärpause ist mit einem Vorkommen von 5 % bis 10 % eine sehr häufige Krankheit der Milchkuh (MARTIG, 2002). Zwei Drittel der Kühe erlangen nach Erstbehandlung wieder Stehvermögen, aber bis zu 10 % müssen euthanasiert werden (LESCH und GELFERT, 2006). Aufgrund der häufig auftretenden Folgekrankheiten, wie Dystokie, Retentio secundinarum, Ketose und Mastitis, können für die Landwirte erhebliche Mehrkosten entstehen. Deshalb zählt die Gebärpause zu einer wirtschaftlich wichtigen Erkrankung. Es gibt viele Möglichkeiten der Prophylaxe wie orale Verabreichung von Kalzium um den Zeitpunkt der Geburt, Fütterung von ansäuernden oder kalziumarmen Rationen während der letzten Wochen der Trächtigkeit und Verabreichung von Vitamin D oder dessen Metaboliten vor der Geburt. Die wissenschaftlichen Grundlagen für die perorale Prophylaxe sind allerdings spärlich; deshalb war es das Ziel der vorliegenden Arbeit, die prophylaktische Wirksamkeit der peroralen Verabreichung von Kalzium und Phosphat zu untersuchen. Die Untersuchungen wurden an Kühen durchgeführt, die bereits im Vorjahr an Gebärpause erkrankt waren, da solche Tiere ein erhöhtes Risiko haben, auch bei der nachfolgenden Geburt an Gebärpause zu erkranken. Das Risiko wird mit 46 % (JONSSON und PEHRSON, 1970), 47.1 % (SCHÜLTZEN, 1998) und 49 % (MEYER und DAHMS, 1969) angegeben. Die Wirkung einer prophylaktischen Behandlung kann an solchen „Risikotieren“ besser überprüft werden. Durch prophylaktische perorale Verabreichung von Kalzium allein, von Phosphat allein oder von Kalzium und Phosphat gemeinsam wurde untersucht, ob die Häufigkeit von Gebärpause reduziert werden kann.

4. LITERATURÜBERSICHT

In der vorliegenden Literaturübersicht werden hauptsächlich die prophylaktischen Aspekte der Gebärpause dargestellt, da in den letzten Jahren mehrere Dissertationen aus dem Departement für Nutztiere erschienen sind, deren Literaturübersichten sich mit dem Wesen, der Pathogenese und der Therapie der Gebärpause befassen haben (SALIS, 2002; JEHLE, 2004; DUMELIN, 2005).

4.1. Prophylaxe der Gebärpause

Trotz jahrzehntelanger Forschung auf dem Gebiet der Gebärpause ist die Inzidenz dieser Krankheit nicht zurückgegangen. Aufgrund der hohen wirtschaftlichen Einbussen, die eine festliegende Kuh mit sich bringt, ist es von grossem Interesse, geeignete prophylaktische Anwendungen zu finden. Gegen Milchfieber können die wichtigsten Präventionsmassnahmen in vier grosse Gruppen unterteilt werden:

- Orale Verabreichung von leicht resorbierbarem Kalzium um den Zeitpunkt der Geburt
- Fütterung von ansäuernden Rationen durch Zugabe von sogenannten anionischen Salzen während der letzten Wochen der Trächtigkeit
- Fütterung kalziumarmer Rationen während der letzten Wochen der Trächtigkeit
- Verabreichung von Vitamin D oder dessen Metaboliten vor der Geburt.

Eine weitere mögliche, aber weniger spezifische Massnahme betrifft das Management: Dazu gehören eine ausreichende Magnesiumfütterung und die Verhinderung einer Verfettung der Kuh während der Trockenstellzeit (THILSING-HANSEN et al., 2002). Bei einer Gebärpauseinzidenz von mehr als 10 % wird empfohlen, ein Präventionsprogramm durchzuführen (RADOSTITS et al., 2000).

4.1.1. Vitamin D und Vitamin-D-Metaboliten

Vitamin D ist neben Parathormon und Kalzitinin ein weiterer Faktor für die Regulation der Elektrolythomöostase von Kalzium, Magnesium und Phosphor. Vitamin D₃ wirkt an unterschiedlichen Stellen im Körper: Es regt den Knochenumbau an, erhöht die Resorption von Kalzium und Phosphor aus dem Darm, hemmt die Parathormonausschüttung und regt den eigenen Abbau an (HORST et al., 2003). Kurz nach seiner Entdeckung wurden Forscher auf die Anwendung von Vitamin D als Prävention der Gebärpause aufmerksam. Verschiedene Applikationsarten und -häufigkeiten wurden ausgetestet. HIBBS (1950) zeigte, dass die prophylaktische Anwendung von Vitamin D einer fast toxischen Dosis bedarf und nur wirkt, wenn sie innerhalb einer gewissen Zeitspanne vor der Geburt verabreicht werden kann. Wird dieser Zeitraum oder die Dosis überschritten, kann es zu einer verbreiteten Mineralisation von Weichteilgeweben kommen. Eine tiefere Dosierung kann die Inzidenz von Milchfieber sogar steigern, weil die durch die Therapie erhöhten 25-Hydroxyvitamin-D- und 1,25-Dihydroxyvitamin-D-Konzentrationen die Parathormonsekretion unterdrücken (LITTLEDIKE und HORST, 1980). Inzwischen wurden zahlreiche Vitamin-D₃-Metaboliten auf ihre präventive Wirksamkeit untersucht. In Studien, die von HORST et al. (2003) zusammengefasst wurden, wird die Gebärpause in vielen Fällen vorbeugend mit Vitamin D₃ oder 1 α -hydroxylierten Vitamin-D₃-Metaboliten behandelt. Leider kam es jedoch 10 bis 14 Tage post partum oft zu einer verspäteten Hypokalzämie und zu klinischen Symptomen von Milchfieber, da das Vitamin D₃ und seine Metaboliten eine inhibitorische Wirkung auf die 1 α -Hydroxylase in den Nieren ausübten. Die behandelten Kühe waren nicht fähig, endogenes 1,25-Dihydroxyvitamin D zu synthetisieren und konnten deshalb, als die präventive Wirkung nachliess, keine Normokalzämie aufrecht erhalten. Ein weiteres Problem stellt die Voraussage des Geburtstermins in dem Sinne dar, dass Tiere, die weniger als einen oder mehr als fünf bis sieben Tage vor der Geburt mit Vitamin D₃ behandelt werden, trotz Be-

handlung an Gebärpause erkranken können. Dieses Problem kann durch eine wiederholte Injektion oder durch Einleitung der Geburt vermindert werden.

4.1.2. Fütterung

4.1.2.1. Saure Salze

Eine Hypokalzämie entsteht, wenn die vorhandenen Mechanismen zur Kalziumhomöostase versagen und somit das über die Laktation abgegebene Kalzium nicht innert nützlicher Frist ersetzt werden kann. Das Problem des Homöostasemechanismus liegt teilweise im schlechten Ansprechen der Zielgewebe Nieren und Knochen auf das Parathormon. Der Säure-Basen-Haushalt der Kuh beeinflusst die Sensitivität von Nieren- und Knochengewebe bezüglich Parathormonstimulation. Eine metabolische Alkalose, wie sie bei sogenannt „kaliumreicher“ Fütterung auftritt, setzt die Ansprechbarkeit der Gewebe herunter. Der Grund dafür ist eine Formänderung des Parathormonrezeptors und dadurch eine schlechtere Interaktion von Parathormon mit dem Rezeptor, was eine verminderte Stimulation der Zielzelle zur Folge hat. Eine kaliumreiche Fütterung ist relativ häufig und ein wichtiger Grund für das Vorkommen der metabolischen Alkalose. Fütterungsregimes, die eine metabolische Alkalose verhindern, also die Ration eher ansäuern, wurden als eine nützliche Strategie zur Milchfieberprävention erkannt (BLOCK, 1984; GOFF und HORST, 2003). Die Knochensubstanz spielt als Puffer eine wichtige Rolle im Säure-Basen-Haushalt. Werden Kühe vor der Geburt mit ansäuernden Substanzen gefüttert, sinkt der Blut-pH-Wert. Um auf diesen pH-Abfall zu reagieren, werden aus der Knochensubstanz Kationen, hauptsächlich Kalziumionen, freigesetzt, um den Blut-pH-Wert wieder auszugleichen. Da zu diesem Zeitpunkt kein Kalziummangel besteht, wird das überschüssige Kalzium über die Nieren ausgeschieden. Werden die Kühe dann hypokalzämisch, kann die Kalziumausscheidung im Urin gedrosselt und somit mehr Kalzium resorbiert werden (GOFF und HORST, 2003). Die Differenz zwischen der Anzahl kationischer und anioni-

scher Partikel, die aus dem Futter resorbiert werden, bestimmen den pH-Wert des Blutes. Die Kationen-Anionen-Differenz wird mit dem Begriff Dietary Cation Anion Difference (DCAD) bezeichnet. Die wichtigsten Faktoren, die den Blut- und Urin-pH-Wert beeinflussen, sind neben Natrium und Kalium als Kationen und Chlorid als Anion, die nicht direkt gemessenen Anionen, z. B. Salze organischer Säuren. Den Schlüssel zur Milchfieberprävention sah GOFF (2003) darin, Natrium und Kalium möglichst bedarfsdeckend zu füttern und der Ration Chlorid beizumischen, um geringe Effekte von Kalium auf das Blut auszugleichen. Zur Kontrolle einer genügenden Ansäuerung des Futters kann der Urin-pH-Wert herangezogen werden. Dieser sollte bei Holstein-Friesian-Kühen zwischen 6.2 und 6.8 und bei Jersey-Kühen zwischen 5.8 und 6.3 liegen. Der Urin-pH-Wert kann frühestens 48 Stunden nach Futterumstellung überprüft werden. Dank der Fütterung mit sauren Salzen werden die zwei parathormonabhängigen Funktionen, die Knochenresorption und die renale Produktion von 1,25-Dihydroxyvitamin D, verbessert (GOFF, 2000). Als eventuell unerwünschter Effekt wird die Futteraufnahme durch Ansäuerung in geringem Masse reduziert (OETZEL, 2000). In der Untersuchung von OETZEL et al. (1991) führte die Zufütterung verschiedener saurer Salze während der Trockenstellzeit nicht zu einer reduzierten Trockensubstanzaufnahme. Der Blut-pH-Wert war durch die Futteransäuerung nicht betroffen. Der Urin-pH-Wert und die Basen-Abweichung des Urins wurden durch alle Salze gesenkt, die Kalziumausscheidung über den Urin durch alle gesteigert. Somit waren alle in dieser Studie verwendeten Salze (MgCl_2 , MgSO_4 , CaCl_2 , CaSO_4 , NH_4Cl und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) als Prävention gegen Milchfieber einsetzbar. Vorgeschlagen wurde, auf die Verfügbarkeit, den Preis und die Vermeidung von Toxizität zu achten. Es wurde empfohlen, die Substanzen zu kombinieren, um das Risiko von Toxizität durch zu viel Nicht-Protein-Stickstoff, Sulfat oder Magnesium zu senken (OETZEL et al., 1991).

4.1.2.2. Kalziumarme Fütterung

Bereits BODA und COLE (1953) haben erkannt, dass eine kalziumarme und phosphorreiche Fütterung während der Galtzeit der Gebärparese vorbeugen kann. Während der Trockenstellzeit soll Luzerne als kalziumreiches Futter reduziert oder besser durch kalziumarme Futtermittel wie Heu, Maissilage und Konzentrate ersetzt werden. In vielen Milchviehbetrieben ist diese Futterumstellung schwierig. Vor allem Maissilage und Konzentrate sind teuer und können vermehrt zu Labmagenverlagerung führen (OETZEL, 2000). Eine präpartal tiefe Kalziumfütterung aktiviert die Parathormonsekretion, diese wiederum stimuliert die Osteoklasten zur Knochenresorption und die Nieren zur 1,25-Dihydroxyvitamin-D-Produktion, was eine bessere Kalziumresorption aus dem Darm zur Folge hat (GOFF, 2000). Dadurch ist die Kuh bei Geburt, wenn sie mit kalziumreichem Futter versorgt wird, optimal auf eine gute Kalziumresorption eingestellt und kann den durch die Laktation gesteigerten Kalziumbedarf decken.

4.1.3. Prophylaxe der Gebärparese durch perorale Verabreichung von Kalzium und Phosphor

4.1.3.1. Perorale Verabreichung von Kalzium

Äusserst wichtig für die perorale Prophylaxe allgemein ist ein intakter Schluckreflex. Kalzium wird nach peroraler Gabe über zwei Wege intestinal aufgenommen, einerseits durch aktiven Kalziumtransport durch die Zelle, gesteuert von Vitamin D₃, andererseits durch passive Diffusion durch sogenannte Tight Junctions zwischen den Mukosazellen. Die passive Diffusion ist ein konzentrationsabhängiger Weg. Theoretisch müsste Kalzium bei einer Hypokalzämie aufgrund des Konzentrationsgradienten passiv diffundieren. Wegen der Grösse und der Ladung wird Kalzium jedoch erst bei einer Konzentration, die 5-mal grösser (6 mmol/l) als jene des ionisierten Kalziums im Blut in die Blutbahn aufgenommen. Der aktive Kalziumtransport ist nicht schnell genug, um therapeutisch wirksam zu sein

(BRONNER, 1987; GOFF, 1999). Für die perorale Milchfieberprophylaxe mittels Kalzium befinden sich verschiedene Präparate auf dem Markt. Die meisten Hersteller empfehlen eine viermalige Gabe. Durch die perorale Verabreichung wird der passive Transport zwischen den Darmzellen entlang eines Diffusionsgradienten gesteigert (GOFF und HORST, 1993; THILSING-HANSEN et al., 2002). Eine wiederholte Verabreichung kann die Menge an absorbiertem ionisiertem Kalzium im Blut steigern. Bei Verwendung von Kalziumchlorid wird durch den osmotischen Effekt zusätzlich der Schlundrinnenreflex ausgelöst, was bewirkt, dass das Kalzium unter Umgehung des Pansens schneller in den Darm gelangt (GOFF und HORST, 1993). Wie QUEEN et al. (1993) gezeigt haben, ist nach einer oralen Kalziumchloridgabe innerhalb von 5 Minuten eine Kalziumserumspiegelerhöhung messbar, die nach 24 Stunden wieder auf den Ausgangswert zurückkehrt. Das heisst, es kann sehr schnell ein signifikanter Serumanstieg erreicht werden. Der Effekt ist jedoch nur kurzzeitig, was eine wiederholte Gabe erfordert. Dieser nur kurzzeitige Effekt kann mit einer Hemmung des Einsetzens von Homöostasemechanismen erklärt werden (THILSING-HANSEN et al., 2002). Die perorale Anwendung konzentrierter Kalziumsupplemente stellt eine gute Methode dar, um bei normo- und hypokalzämischen Kühen erhöhte Serumkalziumwerte zu induzieren: Die Erhöhung tritt innerhalb von 30 Minuten nach der Behandlung auf und erreicht eine Konzentration von 3 - 4 mmol/l (GOFF und HORST, 1993; HORST et al., 2005). Mittels viermaliger Kalziumchlorid-Gabe (Calol[®]) konnte eine deutliche Senkung der Gebärparesehäufigkeit um 60 % bei gesunden Kühen und um 70 % bei Kühen, die im Vorjahr an Gebärparese erkrankt waren, festgestellt werden. Die tiefsten Phosphatwerte im Serum wies die Gruppe jener Tiere auf, die prophylaktisch behandelt wurde, aber trotzdem erkrankte, und nicht, wie erwartet wurde, die Gruppe ohne Prophylaxe. Dies ist eine ähnliche Beobachtung wie von HOFMANN und EL-AMROUSI (1971), also eine Gebärparese mit sehr tiefen Phosphatwerten, die als atypische Form der Gebärparese bezeichnet wurde (SCHÜLTZEN, 1998).

Kalziumverbindungen

Eine gute Wasserlöslichkeit bzw. die Löslichkeit in den Verdauungssäften stellt einen wichtigen Faktor bei der peroralen Applikation von Kalziumverbindungen dar. Das Kalzium sollte sich leicht und schnell lösen, damit die Konzentration in der Lösung hoch genug ist, um über den passiven Transport zwischen den Darmzellen hindurch diffundieren zu können. Für den passiven Netto-Transport von Kalzium über die Mukosa, wird eine Konzentration von 6 mmol/l ionisiertem Kalzium benötigt, was der fünffachen Konzentration des ionisierten Kalziums im Blut entspricht. Kalziumchlorid ist das am besten lösliche Kalziumsalz (GOFF und HORST, 1993; GOFF, 1999).

Galenik von Kalziumchlorid

Die Vorteile von Kalziumchlorid gegenüber Kalziumpropionat sind das schnellere Ansteigen der Serumkalziumwerte, das verminderte Vorkommen von Labmagenvorlagerungen, die geringeren Kosten, eine verbesserte Ansprechbarkeit der Parathormonrezeptoren (durch die Ansäuerung) und ein geringeres Volumen bei der Applikation. Die Nachteile sind die Gefahr einer metabolischen Azidose und Ulzerationen im Gastrointestinaltrakt. Der Effekt der Ansäuerung ist von Vorteil, wenn die Herde nicht bereits mit Salzen gefüttert wird.

Kalziumchlorid in Öl verhindert die Gewebeschädigung und verbessert die Schmackhaftigkeit. Der Nachteil der ölhaltigen Form besteht darin, dass die passive Absorption reduziert wird. Die Bolusform ist nach GOFF (1999) für die perorale Verabreichung nicht geeignet, da beim Lösungsprozess des Kalziumchlorids ein exothermer Prozess auftritt, der schwere Schleimhautschäden in Oesophagus und Pansen verursachen kann. Die Serumkalzium- und Phosphatkonzentrationen können auch durch Verabreichung eines Kalziumchloridgels angehoben werden. Nach QUEEN et al. (1993) sollen dabei keine Schäden wie Ulzerationen und Aspirationspneumonien auftreten.

Kalziumpropionat

Ein Vorteil von Kalziumpropionat gegenüber Kalziumchlorid ist, dass Kalziumpropionat wegen des Propionanteils gleichzeitig eine Prophylaxe für Ketose darstellt. Die Nachteile gegenüber Kalziumchlorid sind die 5-mal höheren Kosten, ein langsamerer Kalziumanstieg, eine Behinderung der Labmagenmotorik und somit eine mögliche Begünstigung von Labmagenverlagerung (GOFF et al., 1996). Ein weiterer Vorteil gegenüber Kalziumchlorid ist, dass Kalziumpropionat keine metabolische Azidose verursacht und dass somit grössere Mengen dieses Kalziumsalzes verabreicht werden können.

Kalzium-Konzentration

Die richtige Konzentration an Kalzium in einer Lösung ist entscheidend, einerseits, wegen der Aufnahmefähigkeit des Gastrointestinaltrakts, andererseits aber auch wegen der Gefahr von Ulzerationen. GOFF und HORST (1993) stellten fest, dass 50 g reines Kalzium als Kalziumchloridlösung in 250 ml Wasser den Blutkalziumspiegel signifikant höher ansteigen liess, als wenn die gleiche Menge in einem Liter Wasser gelöst wurde, und dass trotzdem keine Schleimhautveränderungen auftraten.

Eine prophylaktische Anwendung von 100 bzw. 150 g Kalziumchlorid, aufgelöst in 450 ml Hydroxyethylcellulose und Wasser, einen Tag vor sowie 10 bis 14 Stunden nach der Geburt verabreicht, bewirkte bei 100 g Kalziumchlorid keinen und bei 150 g Kalziumchlorid einen signifikanten Unterschied bezüglich des Auftretens von Gebärpause zwischen Behandlungs- und Kontrollgruppe (JONSSON und PEHRSON, 1970).

Art der Verabreichung

Bei einer Untersuchung zur Verabreichung von Kalziumsalzen bewirkte die Verabreichung als Drench mit zusätzlicher Vasopressingabe signifikant höhere Blutkalzium-Werte als Drenchen ohne Vasopressingabe. Der geringste Kalziumanstieg wurde bei der Verabreichung mit Hilfe der Schlundsonde erzielt (GOFF und HORST, 1993). Wird Kalzium als Drench verabreicht, kann zumindest ein Teil die Vormägen passieren und somit die passive Resorption stimulieren. Im Pansen findet eine relativ grosse Verdünnung statt. Gels oder Pasten passieren den Pansen schlecht bzw. kaum (GOFF und HORST, 1993; GOFF, 1999). Nach rektaler Verabreichung von 97 g Kalzium als 463 g Kalziumpropionat, gelöst in 4 Litern Wasser, waren die Serumkalziumwerte bereits 15 Minuten später erhöht, und die Maximalwerte wurden nach zwei Stunden erreicht. Sechs Stunden nach der rektalen Kalziumverabreichung war allerdings der Kot blutig und die Tiere zeigten Tenesmus, da das Medikament zur Schädigung der Darmschleimhaut geführt hatte. Nach drei Tagen hatten sich die Tiere wieder erholt. In Versuchen mit Ratten, bei denen den Tieren in ansteigenden Konzentrationen Kalziumchlorid rektal verabreicht wurde, zeigten diese ab einer Konzentration von 0.3 g Kalzium pro 5 ml Wasser Diarrhoe. Bei der Sektion wurden fokale Nekrosen und Blutungen festgestellt (GOFF und HORST, 1994). Die rektale Verabreichung von Kalzium eignet sich aus diesen Gründen nicht zur Prophylaxe.

Zeitpunkt der Verabreichung

In einer Untersuchung von OETZEL (1996) wurden 102 Holstein-Friesian-Kühe prophylaktisch mit Kalziumchloridgel behandelt. Die Behandlungen waren 12 Stunden vor der Geburt, bei der Geburt sowie 12 und 24 Stunden nach der Geburt geplant. Die behandelten Kühe wiesen signifikant höhere Serumkalzium-Werte auf als die Kontrolltiere und erkrankten weniger häufig an Gebärpause und linksseitiger Labmagenverlagerung. Auch Hypokalzämien traten seltener auf. Das

Vorkommen der Gebärpause war vor allem bei jenen Kühen, die bereits vor der Geburt Kalziumchlorid erhalten hatten, deutlich kleiner als bei den übrigen. Ein Problem bei der Studie war die Geburtszeitpunkterkennung und somit die Verabreichung der antepartalen Dosis. Deshalb erhielten lediglich 39 der 102 Versuchstiere bereits vor der Geburt Kalziumchlorid (OETZEL, 1996).

Nebenwirkungen

Wie bereits erwähnt, kann es bei der Verabreichung hoher Konzentrationen von Kalziumchlorid zu einer metabolischen Azidose kommen. So führte eine zweimalige Behandlung mit 100 g Kalzium, als Kalziumchlorid in 500 ml Wasser gelöst, drei Stunden nach der zweiten Behandlung zu einer metabolischen Azidose (GOFF und HORST, 1993). Weiter kann Kalzium die Schleimhaut schädigen, was zu Ulzerationen im Gastrointestinaltrakt führen kann (GOFF et al., 1996).

4.1.3.2. Phosphor

Phosphorverbindungen

CHENG et al. (1998) erkannte, dass Phosphit, ein häufiger Bestandteil in Kalziuminfusionen, zwar gut wasserlöslich ist, aber durch Wiederkäuer nicht verstoffwechselt werden kann. Bei einem Vergleichsversuch mit peroraler Verabreichung von jeweils 50 g Phosphat in Form von Natriumphosphat oder Dikalziumphosphat, wurde mit Natriumphosphat ein stärkerer Anstieg und eine längere Erhöhung des Serumphosphatspiegels für bis zu 12 Stunden erzielt als mit Dikalziumphosphat. Im Vergleich zu einer intravenösen Behandlung (7 g Phosphor in einer Natriumphosphatlösung, pH 7.0) wurde bei der peroralen Verabreichung eine längere Erhöhung der Serumphosphatkonzentration erreicht. Intravenös könnte mehr Phosphor verabreicht werden. Dadurch würde aber das Risiko zur Bildung von Kalzium- oder Magnesiumphosphatpräzipitaten im Blut erhöht, da

der Serumphosphatspiegel bei der intravenösen Behandlung sehr schnell ansteigt. Um Präzipitaten vorzubeugen, sollten Kalzium- und Phosphatinfusionen gemäss CHENG et al. (1998) nicht unmittelbar nacheinander, sondern im Abstand von zwei Stunden erfolgen. Bei Untersuchungen verschiedener Phosphorpräparate zur intravenösen Verabreichung gegen Hypophosphatämie wurde deren Einfluss auf den Blutphosphorgehalt gesunder Kühe untersucht. Wie schon von CHENG et al. (1998) beschrieben, konnte das verwendete Kalziumhypophosphit den Blutphosphorspiegel nicht anheben. Ebenso führte der Wirkstoff Toldimfos einer Phosphorlösung nicht zu einer Veränderung der Blutphosphorkonzentration. Im Gegensatz dazu kam es nach Infusion von 90 g Dinatriumhydrogenphosphat zu einem signifikanten Anstieg des Blutphosphors. Dieser blieb 2 Stunden erhöht, wobei die Kalzium- und Magnesiumkonzentrationen des Serums nahezu unverändert blieben. Einen ebenfalls signifikanten Anstieg des Blutphosphors erzielte eine Lösung mit Natriumglycerophosphat (15 g Natriumglycerophosphat, 120 g Kalziumglukonat, 22.5 g Magnesiumchlorid). Gleichzeitig konnten auch der Kalzium- und Magnesiumspiegel erhöht werden. Nach Verabreichung von Dinatriumhydrogenphosphat oder Glycerophosphat stieg die Serumphosphatkonzentration bis zu einer Minute stark an und sank danach wieder ab. Zwei Stunden nach der Infusion waren die Phosphatwerte im Vergleich zum Ausgangswert jedoch immer noch signifikant erhöht (HORNER und STAUFENBIEL, 2004). Das schnelle Wiederabsinken der Phosphatkonzentration im Serum könnte durch die Aufnahme des Phosphats in die Zellen bedingt sein und als Zeichen dafür angesehen werden, dass der applizierte Phosphor in Form von Phosphat von den Zellen aufgenommen und genutzt wird (FORRESTER und MORELAND, 1989).

4.1.4. Vergleich verschiedener prophylaktischer Massnahmen

Die in Dänemark am häufigsten verwendeten präventiven Massnahmen für die Gebärpareseprohylaxe sind das perorale Kalziumdrenchen um die Geburt, die Fütterung einer anionischen Ration und die Fütterung einer kalziumarmen Ration während der Galtzeit. Die perorale Verabreichung von Kalzium muss in der Regel drei- bis viermal durchgeführt werden, bis eine vorbeugende Wirkung erzielt wird. Es wird eine Wirksamkeit von 50 bis 60 % erreicht. Bei gewissen Präparaten besteht die Gefahr von Läsionen in den Vormägen. Vom Arbeitsaufwand her kann diese Methode nicht als vorbeugendes Herdenprogramm angesehen werden. Bei der Fütterung von sauren Salzen ist es entscheidend, den Tieren einen Überschuss an löslichen Salzen zuzufüttern und sie somit in den Zustand einer milden Azidose zu bringen. Das relative Risiko, an Gebärparesen zu erkranken, errechnet aus Versuchen mit und ohne DCAD-Fütterung, ergab Werte zwischen 0.19 und 0.35. Der grösste Nachteil ist die etwas verminderte Palatibilität des Futters. Bei der Verwendung einer kalziumarmen Fütterung um die Galtzeit muss der Kalziumgehalt der Ration unter dem Bedarf einer Galtkuh liegen. Es wird eine tägliche Aufnahme von 20 g Kalzium oder weniger empfohlen. Eine kalziumarme Ration mit gängigen Futtermitteln zu formulieren ist schwierig; sie kann ebenfalls zu Palatibilitätsproblemen führen und ist auch aus ökonomischen Überlegungen nicht immer sinnvoll. Die Fütterung einer kalziumarmen Diät ist eine äusserst effiziente Prophylaxemassnahme mit einem relativen Risiko von 0 bis 0.2. Die Verwendung von Vitamin-D3-Präparaten wird kontrovers diskutiert und wurde deshalb nicht berücksichtigt. Wichtige Managementfaktoren sind die genügende Versorgung der Kuh um die Geburt mit Magnesium und das Verhindern einer übermässigen Verfettung während der Galtzeit. Keine der beschriebenen Methoden bietet einen hundertprozentigen Schutz vor Gebärparesen. Eine Kombination von verschiedenen Massnahmen stellt eine Möglichkeit dar, die Wirksamkeit der Prophylaxe zu verbessern. So könnte eine kalziumarme Fütterung mit der peroralen Verabreichung von Kalzium bei Geburt kombiniert werden. Von der Verwendung von

Kalziumchlorid in Kombination mit Fütterung von sauren Salzen wird wegen der Gefahr einer metabolischen Azidose abgeraten. Auch die Kombination von sauren Salzen und einer kalziumarmen Diät kommt vor; sie wird aber ebenfalls kontrovers diskutiert (THILSING-HANSEN et al., 2002). BOSTEDT und BLESS (1993) überprüften verschiedene Verfahren zur Gebärparesese prophylaxe. Mit der Injektion von 10 ME Vitamin D3 maximal 8 Tage ante partum wurden die besten Resultate erzielt, d. h. die Kalziumwerte waren drei Tage vor bis 36 Stunden nach der Geburt gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht. Gleichzeitig war auch das anorganische Phosphat signifikant erhöht, und das Magnesium war tiefer als bei der Kontrollgruppe. Eine einmalige Gabe von 292 g Kalziumchloridhexahydrat per os, 53.5 g reines Kalzium, acht Tage ante partum, hatte keinen Einfluss auf die Serum-Elektrolytkonzentrationen. Eine mehrmalige perorale Verabreichung eines Kalziumchloridgels 24 Stunden ante partum sowie 12 und 24 Stunden post partum hatte eine Steigerung der Phosphat- und Magnesiumkonzentration zur Folge. Die wegen verzögerten Geburtstermins oft mehrmalige Gabe von Kalziumchlorid ante partum verursachte eine Kalziumdepression, die umso länger anhielt, je mehr Kalzium verabreicht wurde. Intra bzw. unmittelbar post partum appliziertes Kalziumglukonat kann die Kalzium- und Phosphatwerte sehr schnell erhöhen, die Wirkung hält jedoch nur kurze Zeit an. Die Autoren empfahlen diese Anwendung nach und eventuell auch während des Auftretens von Dystokien, um die Wehentätigkeit zu unterstützen und ein starkes Absinken der Serumkalziumwerte zu verhindern. Die Schwierigkeit bei der peroralen Gebärparesese prophylaxe stellt vor allem die Bestimmung bzw. Erkennung des Abkalbezeitpunktes dar, um den Vorbeugeeffekt voll zur Geltung zu bringen. Ausserdem ist der Arbeitsaufwand zu berücksichtigen, der durch mehrmaliges Eingeben von Kalziumlösungen entsteht (SCHÜLTZEN, 1998). Als wichtigste präventive Massnahme aufgrund der Meinungen von Experten bezüglich Präventionsstrategien ermittelten SØRENSEN et. al. (2002) aufgrund eines Fragebogens die Gabe von Kalziumgel oral allein oder in Kombination mit einer kalziumarmen Fütterung.

5. MATERIAL UND METHODIK

5.1. Untersuchte Tiere

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 29. Oktober 2004 und dem 9. August 2006 durchgeführt. Untersucht wurden 35 Milchkühe der Rasse Braunvieh, Holstein-Friesian und Fleckvieh.

5.1.1. Tiergruppe A: Kontrollkühe

Die Kühe der Gruppe A dienten zur Bestimmung des Elektrolytverlaufs nach einer peroralen Gabe von Kalziumchlorid, Natriumphosphat oder beiden Mineralstoffen. Die Salze wurden in destilliertem Wasser gelöst und mittels Schlundsonde peroral verabreicht. Die Gruppe bestand aus drei gesunden Tieren, die zum Abkalben ins Tierspital gebracht wurden. Die Kühe stammten aus der Aussenstation Stigenhof des Tierspitals Zürich. Alle Kühe gehörten der Schweizerischen Braunviehrasse an, hatten bereits mehrmals gekalbt und waren noch nie an Gebärparese erkrankt. Bei ihrem Eintritt fanden zunächst eine klinische, eine hämatologische und eine blutchemische Untersuchung statt. Die Kuh 1 wurde zweimal mit 160 g Kalziumchlorid, gelöst in 500 ml Wasser, per os behandelt. Die Kuh 2 erhielt zweimal 350 g Natriumdihydrogenphosphat, gelöst in einem Liter Wasser, per os, und die Kuh 3 160 g Kalziumchlorid, gelöst in 500 ml Wasser und Natriumdihydrogenphosphat, gelöst in einem Liter Wasser, per os. Alle Lösungen wurden per Schlundsonde verabreicht.

5.1.2. Tiergruppen B, C, D und E: Im Vorjahr an Gebärparese erkrankte Tiere

Die Kühe stammten aus Betrieben, die von der Ambulanz des Departements für Nutztiere betreut werden. 22 Kühe waren aus Ställen mit Anbindehaltung und 10 aus Laufställen. Die Fütterung war aufgrund der verschiedenen Herkunft unein-

heitlich. Es handelte sich um 13 Braunvieh-, 14 Fleckvieh- und 5 Holstein-Friesian-Kühe im Alter zwischen fünf und zehn Jahren (8.0 ± 1.5 Jahre). Alle Kühe waren bei der Geburt ein Jahr vorher an Gebärpause erkrankt. Sie waren damals von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Ambulanz untersucht und behandelt worden. Insbesondere war bei jeder Kuh eine Blutprobe entnommen worden, welche eine Hypokalzämie mit einem Kalziumwert unter 2.0 mmol/l und eine Hypophosphatämie mit einem anorganischen Phosphatwert unter 1.3 mmol/l ergeben hatte. Die Tiere wurden der Doktorandin von ihren Besitzern für die vorliegende Dissertation zur Verfügung gestellt. Sie waren vorher nicht prophylaktisch behandelt worden und waren klinisch gesund. Die Zuordnung der Kühe zu den Gruppen B, C, D und E erfolgte alternierend. Jede Gruppe bestand aus acht Tieren, die im Jahr zuvor an Gebärpause erkrankt waren.

5.1.2.1. Tiergruppe B: Kontrollgruppe

Die acht Tiere der Gruppe B erhielten keine prophylaktische Behandlung.

5.1.2.2. Tiergruppe C: Kalziumgruppe

Den acht Kühen der Gruppe C wurde innerhalb von 30 Minuten post partum 160 g Kalziumchloriddihydrat (50 g reines Kalzium) ($\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), in 500 ml destilliertem Wasser gelöst, mit der Schlundsonde verabreicht. Eine zweite, gleiche Behandlung erfolgte 12 Stunden später.

5.1.2.3. Tiergruppe D: Phosphorgruppe

Den acht Kühen der Gruppe D wurde innerhalb von 30 Minuten post partum 350 g Natriumdihydrogenphosphat (70 g anorganisches Phosphat) ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), in einem Liter destilliertem Wasser gelöst, mit der Schlundsonde verabreicht. Eine zweite, gleiche Behandlung erfolgte 12 Stunden später.

5.1.2.4. Tiergruppe E: Kalzium- und Phosphorgruppe

Den acht Kühen der Gruppe E wurde innerhalb von 30 Minuten post partum 160 g Kalziumchloriddihydrat, in 500 ml destilliertem Wasser gelöst, und 350 g Natriumdihydrogenphosphat, in einem Liter destilliertem Wasser gelöst, mit der Schlundsonde verabreicht. Eine zweite, gleiche Behandlung erfolgte 12 Stunden später.

5.2. Lösungen für die perorale Behandlung

Die Salze Natriumdihydrogenphosphatdihydrat und Kalziumchloriddihydrat wurden von der Firma G. Streuli und Co. AG, Uznach, hergestellt.

5.3. Klinische Betreuung

5.3.1. Eintrittsuntersuchung

Die Tiere wurden drei Tage vor der erwarteten Geburt ins Tierspital gebracht (bis zur tatsächlichen Geburt dauerte es allerdings 0 bis 12 Tage). Der Zeitpunkt für die Überweisung wurde vom Besitzer aufgrund erster vorgeburtlicher Anzeichen, wie Anbildung des Euters und Lockerung der Beckenbänder, bestimmt. Am Tierspital wurden alle Kühe nach den von ROSENBERGER (1990) beschriebenen Methoden klinisch untersucht. Weiter wurden Blutproben für hämatologische und biochemische und Harnproben für chemische Untersuchungen entnommen.

5.3.2. Betreuung und Untersuchung der Tiere ante partum

Die Kühe wurden nach der Ankunft in der Klinik in eine Boxe verbracht oder auf dem Lager angebunden, und es wurden ihnen die Hinterbeine mit einem Vergrüttungsgeschirr zusammengebunden. Zum Zeitpunkt der Geburt wurde darauf geachtet, dass die Kühe möglichst weich und rutschfest auf Stroh gebettet waren. Bis

zur Geburt wurden die Tiere täglich klinisch untersucht. Einmal täglich wurde Harn und zweimal täglich Blut entnommen. Die Tiere waren rund um die Uhr unter Aufsicht. Nach dem Platzen der Fruchtblase wurden die Geburtswege sowie die Lage, Stellung und Haltung des Kalbes kontrolliert. Bei physiologischen Befunden wurde nicht weiter in den Geburtsvorgang eingegriffen. Wenn dies nicht der Fall war, wurde je nach Befund tierärztliche Geburtshilfe geleistet.

5.3.3. Betreuung und Untersuchung der Tiere post partum

Unmittelbar nach Geburt wurden eine Blut- und eine Harnprobe entnommen und die Kuh wurde vaginal untersucht. Anschliessend erfolgte je nach Gruppe eine prophylaktische Behandlung mit Kalzium, Phosphor oder beiden Lösungen mit Hilfe der Schlundsonde per os. Zur weiteren Blutprobenentnahme wurde den Kühen ein Venenverweilkatheter in die linke oder rechte Jugularvene gelegt. Der Katheter bestand aus Teflon, war 14 cm lang und wies einen Durchmesser von 2 mm auf (Abbocath T; Abbott AG, Cham). Innerhalb von 15 - 30 Minuten nach der Geburt wurde versucht, die Tiere aufzutreiben. Danach wurden die Kühe während 48 Stunden in 2-stündigen Abständen klinisch untersucht und beprobt, wobei das Allgemeinbefinden, die Haltung, das Sensorium, die periphere Wärme, die Herzfrequenz, die Atemfrequenz, die Rektaltemperatur, der Kot- und Harnabsatz beurteilt wurden. Nach jeder Untersuchung wurde versucht, die Kühe aufzutreiben, sofern sie lagen.

5.3.4. Retentio secundinarum

Das Abgehen der Nachgeburt wurde notiert. Beim Auftreten einer Nachgeburtverhaltung wurde versucht, die Nachgeburt manuell zu lösen. Betroffene Tiere wurden mit Tetrazyklin-Uterusstäben (1 g Tetrazyklinhydrochlorid, 0.5 g Clioquinol, Injecur[®], Veterinaria AG, Zürich) behandelt. Wenn nötig, wurde diese Behandlung nach zwei Tagen wiederholt. Bekam die Kuh Fieber, wurde sie zusätz-

lich mit Phenylbutazon (Tomanol[®], Provet AG, Lyssach b. Burgdorf), 5 ml pro kg Körpergewicht, und Oxytetrazyklin (Engemycin 10%[®], Veterinaria AG, Zürich), 5 mg pro kg Körpergewicht, intravenös behandelt.

5.3.5. Mastitis

Beim Auftreten einer Euterentzündung vor oder nach der Geburt wurde die Kuh klinisch untersucht, und es wurden ein Schalmtest durchgeführt sowie eine Milchprobe für die bakteriologische Untersuchung entnommen. Anschliessend wurde das Euter antibiotisch behandelt. Als Medikamente wurden NPS[®] (Neomycin und Penicillin, Veterinaria AG, Zürich) oder Mamyzin[®] (Penicillin G, Boehringer Ingelheim GmbH, Basel) verwendet. Nach Erhalt des Milchberichts wurde das erkrankte Viertel gezielt behandelt.

5.3.6. Untersuchung und Massnahmen bei Auftreten der Gebärpause

Stand eine Kuh während der Untersuchungen trotz Auftreibversuchen nicht mehr auf, wurde sie klinisch untersucht und aufgrund typischer Symptome, wie verminderte Rektaltemperatur, leise Herztöne, verminderte oder aufgehobenen Pansenmotorik, getrübbtes Sensorium und trockener Kot, eine Gebärpause diagnostiziert. Beim Auftreten von Gebärpause wurden die Kühe mit 500 ml einer 40 %igen Kalzium-Borogluconat-Lösung mit einem Zusatz von 6 % Magnesium-Hypophosphit behandelt, welche pro 100 ml 3.13 g Kalzium, 0.55 g Magnesium und 1.42 g Phosphor enthielt (Calcaml-40MP[®], Gräub, Bern) behandelt. Die Infusion wurde über einen Zeitraum von ca. 15 Minuten unter ständiger Herzkontrolle verabreicht. Weiter erhielten Tiere, die nicht bereits kurz zuvor prophylaktisch mit Natriumphosphat behandelt worden waren, 70 g anorganisches Phosphat in Form von 350 g Natriumdihydrogenphosphat per os, gelöst in einem Liter destilliertem Wasser, mit der Schlundsonde verabreicht. Anschliessend wurden die Tiere mit 10 l NaCl-Glukose-Lösung (90 g NaCl, 500 g Glukose) im

Dauertropf behandelt. Kühe, die nach der Therapie nicht aufstehen konnten, wurden alle 4 Stunden gewendet. Die Blutentnahmen und die klinischen Untersuchungen wurden in zweistündigem Abstand fortgesetzt. Eine Nachbehandlung mittels einer intravenösen Kalziuminfusion erfolgte frühestens sechs Stunden nach der Erstinfusion.

5.4. Blut- und Harnentnahmen

Blutentnahmen erfolgten ante partum zweimal täglich morgens und abends, post partum über 48 Stunden in 2-stündigen Abständen. Weitere Proben wurden 72 und 96 Stunden post partum entnommen. Die Blutentnahmen erfolgten mittels Vakuum-Röhrchen (Vacuette[®] Tubes, Greiner bio-one International GmbH, D-72636 Frickenhausen). Für die hämatologische Untersuchung wurden ein 6 ml EDTA-Röhrchen und für die blutchemische Untersuchung ein 5 ml Serum-Röhrchen mit separatem Gerinnungsaktivator verwendet. Harnentnahmen erfolgten ante partum einmal täglich, post partum nach 0, 4, 24, 48 und 72 Stunden. Wenn möglich, wurde Spontanharn gewonnen, sonst wurde die Kuh mittels eines Gummiharnkatheters katheterisiert.

5.5. Laboranalysen

Bei allen Kühen erfolgte eine einmalige, in der ersten Blutprobe durchgeführte Bestimmung von Hämatokrit, Erythrozytenzahl, Leukozytenzahl, Bilirubin, Kreatinin, Creatin-Kinase (CK), Aspartat-Amino-Transferase (ASAT), γ -Glutamyl-Transferase (γ -GT), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Sorbit-Dehydrogenase (SDH), Natrium, Kalium, Chlorid, anorganischem Phosphat, Magnesium, Gesamtkalzium, ionisiertem Kalzium und Parathormon (PTH). Bei den hämatologischen Untersuchungen wurde die Methode der elektronischen Zellzählung angewendet. Die blutchemischen Parameter und Elektrolyte wurden enzymatisch

bzw. photometrisch bestimmt. Das ionisierte Kalzium wurde in einem auf ionenselektiven Durchflusselektroden beruhenden Gerät (Nova CRT 8, Nova Biomedical, Rödermark, Deutschland) gemessen. In den Verlaufsproben wurden Gesamtkalzium, ionisiertes Kalzium, Magnesium, ionisiertes Magnesium, anorganisches Phosphat, die CK-Aktivität und das Parathormon bestimmt sowie Kreatinin, wenn gleichzeitig eine Harnprobe entnommen wurde. Die Untersuchungen erfolgten mit Ausnahme der Parathormonbestimmung im Veterinärmedizinischen Labor der Universität Zürich nach den zur Zeit gültigen Richtlinien. Für die Bestimmung des Parathormons, welche im Institut für Tierernährung unter der Leitung von Frau Dr. A. Liesegang durchgeführt wurde, wird auf 5.6 verwiesen.

5.6. Parathormonbestimmung

Die Bestimmung des Parathormons erfolgte mit einem ELISA (Enzyme linked Immuno Sorbend Assay, Bovine Intact PTH ELISA Kit, Immutopics, Inc., San Clemente, CA 92673). Der enzymgekoppelte Immunadsorptionstest verwendet zwei Antikörper, die spezifisch an das Parathormon binden. Dabei ist wichtig, dass beide Antikörper an unterschiedlichen Stellen an das Antigen binden, da sie sich sonst gegenseitig behindern. Der erste Antikörper (coating-Antikörper) wird an eine feste Phase gebunden. Die Probe mit dem nachzuweisenden Antigen wird dann dazu gegeben und für drei Stunden inkubiert. Während dieser Zeit bindet der an die Platte gebundene Antikörper das in der Probe vorhandene Antigen. Nach Ablauf der Inkubationsphase wird die Platte gewaschen. Die ungebundenen Bestandteile der Probe werden dadurch entfernt und zurück bleibt nur das am Antikörper gebundene Antigen. Im nächsten Schritt wird ein Detektions-Antikörper zugegeben, an dessen Ende ein Enzym (Meerrettichperoxidase, HRP) gebunden ist. Dieser zweite Antikörper bindet ebenfalls an das Antigen, und es entsteht der Antikörper-Antigen-Antikörper-Komplex. Durch erneutes Waschen der Platte wird der überschüssige zweite Antikörper ausgewaschen und dann ein Chromogen

(p-Nitrophenylphosphat, pNPP) zugegeben. Die alkalische Phosphatase spaltet den Phosphatrest vom farblosen Nitrophenylphosphat ab und es entsteht p-Nitrophenol, welches schwach gelb ist. Diese Reaktion kann in einem Photometer gemessen werden. Die Intensität der Farbe ist dabei proportional zur Konzentration des entstandenen Nitrophenols und damit auch zur Konzentration des zu bestimmenden Antigens in der Probe.

5.7. Untersuchung der Harnproben

In den Harnproben wurden mit Hilfe des Merck Spezialindikators der pH-Wert (Merck KGaA, Darmstadt) und mit dem Combur[®] Harnstick die übrigen Werte bestimmt. Zusätzlich wurden die Kreatinin-, Kalzium-, anorganischen Phosphat- und Magnesiumkonzentrationen mittels photometrischer Methoden gemessen. Weil die Elektrolytkonzentrationen im Harn stark vom Harnvolumen abhängig sind (HARTMANN et al., 2001), wurde von den Elektrolyten jeweils die fraktionale Exkretion ($FE_{\text{Elektrolyte}}$) berechnet. Die Werte der fraktionellen Exkretion entsprechen dem mit dem Harn endgültig ausgeschiedenen relativen Anteil einer ultrafiltrierten Substanz (HARTMANN et al., 2001). Durch Verwendung des Serum-Harn-Quotienten für Kreatinin wird die FE nicht vom wechselnden Harnvolumen beeinflusst. Dazu wurde folgende Formel verwendet:

$$FE_{\text{Elektrolyt}} = \frac{[ElektrolytUrin]}{[ElektrolytSerum]} * \frac{[KreatininSerum]}{[KreatininUrin]}$$

5.8. Statistik

Die Aufarbeitung der Daten und die statistische Auswertung erfolgten mit Hilfe des Programms StatView 5.0 (SAS Institut, 8602 Wangen, Schweiz). Die Ergebnisse wurden als Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben. Die kontinuierlichen Daten wurden mittels einer ANOVA-Analyse verglichen. Für den Vergleich der Elektrolytverläufe wurde der Bonferroni-/Dunn-Test angewendet.

Die Varianzanalyse (ANOVA) ist in den Fällen, wo eine Gruppe (D) nur einen Wert in die Berechnung einbringt mit Vorsicht zu gebrauchen, da in diesen Fällen der Power unter 0.8 liegt. Die Signifikanz wurde bei < 0.05 festgelegt.

		Wahrer Unterschied	
		Vorhanden	Nicht vorhanden
Aussage des statistischen Tests	Unterschied (verwirft Nullhypothese)	Richtig (Kraft; Power) $1 - \beta$	Falsch (Typ I oder alpha-Fehler) α
	Kein Unterschied (akzeptiere Null- hypothese)	Falsch (Typ II oder beta-Fehler) β	Richtig (Vertrauen; Confidence) $1 - \alpha$

5.9. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren ausser der Klinik für Wiederkäuer die folgenden Institutionen der Vetsuisse-Fakultät Zürich beteiligt:

- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische und blutchemische Untersuchungen
- Institut für Tierernährung (Prof. Dr. M. Wanner): Parathormon-Bestimmung.

6. ERGEBNISSE

6.1. Tiergruppe A: Gesunde Kontrollkühe

Bei allen drei Kühen waren das Allgemeinbefinden und die Futteraufnahme während der gesamten Überwachungsphase ungestört.

6.1.1. Untersuchungen ante partum

Da zwei der drei Kontrollkühe unmittelbar nach Ankunft im Tierspital abkalbten, konnten die Elektrolytwerte und die klinischen Befunde der Kontrollkühe ante partum nicht ausgewertet werden.

6.1.2. Klinische Befunde post partum

6.1.2.1. Rektaltemperatur, Herz- und Atemfrequenz

Von den Kontrollkühen der Gruppe A unterschieden sich die Kuh 1 und die Kuh 3 in Bezug auf den Verlauf der rektalen Temperatur signifikant ($P < 0.01$). Die Kuh 1 erreichte zum Zeitpunkt 20 Stunden post partum einen Tiefstwert von 37.7 °C, die Kuh 3 schwankte von Normaltemperatur zu leichter Untertemperatur und die Kuh 2 bewegte sich, ebenfalls mit Schwankungen, unter dem Normalbereich (Abb. 1). Die Herzfrequenzen lagen zwischen 52 und 92 Schlägen pro Minute und die Atemfrequenzen zwischen 12 und 60 Atemzüge pro Minute. Der Verlauf der Herz- und Atemfrequenz der drei Kontrollkühe zeigte post partum keine signifikanten Unterschiede.

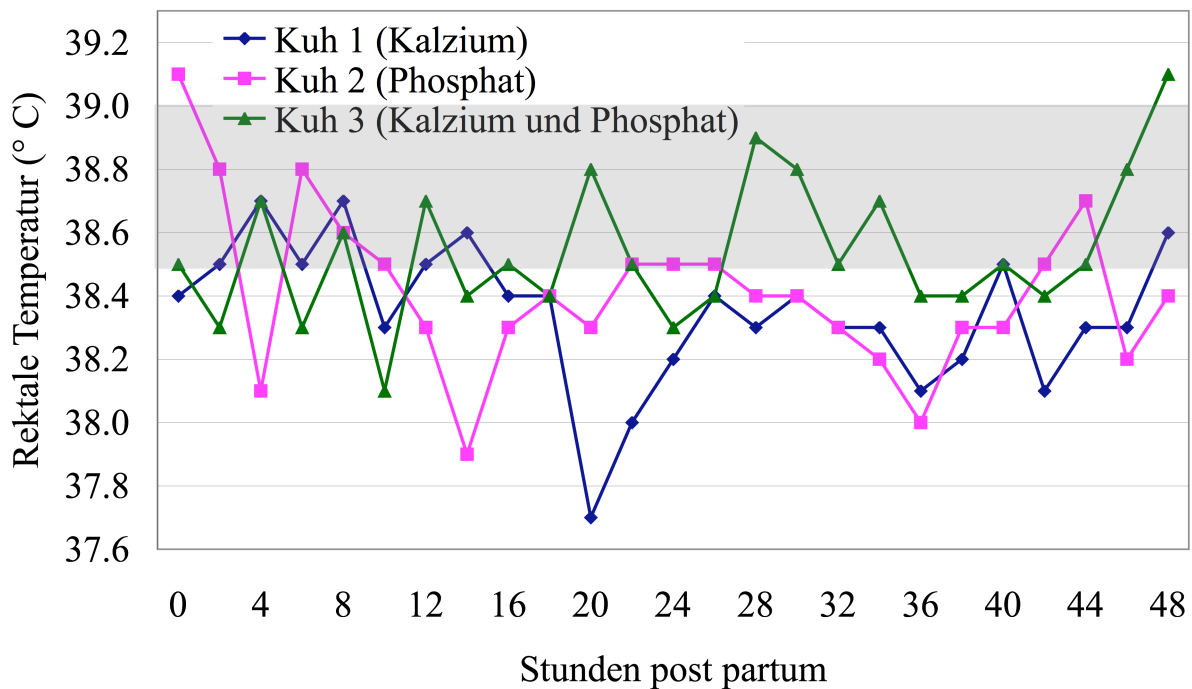


Abb. 1: Verlauf der Rektaltemperatur der drei Kühe der Gruppe A. Der graue Balken markiert den Normalbereich der Rektaltemperatur (38.5 – 39.0 °C)

6.1.3. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum post partum

6.1.3.1. Kalzium

Die drei Tiere der Gruppe A wiesen unmittelbar nach Geburt Kalziumwerte von 1.43 mmol/l bis 2.47 mmol/l Blutserum auf (1.93 ± 0.23 mmol/l) (Abb. 2). Die Werte des ionisierten Kalziums bewegten sich im Bereich von 0.80 bis 1.22 mmol/l Blutserum (1.04 ± 0.11 mmol/l) (Abb. 3). Der prozentuale Anteil des ionisierten Kalziums lag im Mittel bei 53.9 % (± 2.4 %) und schwankte zwischen 47.8 % und 59.2 % (Abb. 4). Obschon alle 3 Kühe keine Symptome von Gebärparese zeigten, wiesen die Kühe 2 und 3 16 bis 32 (Kuh 2) und 0 bis 30 Stunden post partum (Kuh 3) eine Hypokalzämie auf (Abb. 2). Bei der Kuh 1 (Kalziumchlorid) stieg die Kalziumkonzentration innerhalb von 8 Stunden von 1.73 mmol/l auf 2.00 mmol/l oder mehr an und schwankte darauf bis zum Ende der Untersuchung zwischen 1.90 und 2.07 mmol/l. Bei der Kuh 2 (Natriumdihydrogenphosphat), die zu

Beginn eine Normokalzämie aufwies, sank die Kalziumkonzentration 20 Stunden nach der Geburt auf subnormale Werte von maximal 1.68 mmol/l. Danach stieg sie langsam wieder an. Bei der Kuh 3 (Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat) lag initial eine deutliche Hypokalzämie vor. Die Kalziumwerte lagen von 0 bis 22 Stunden im Bereich von 1.43 bis 1.60 mmol/l. Dann stiegen sie innert 10 Stunden an und lagen ab der Stunde 32 post partum über 2 mmol/l.

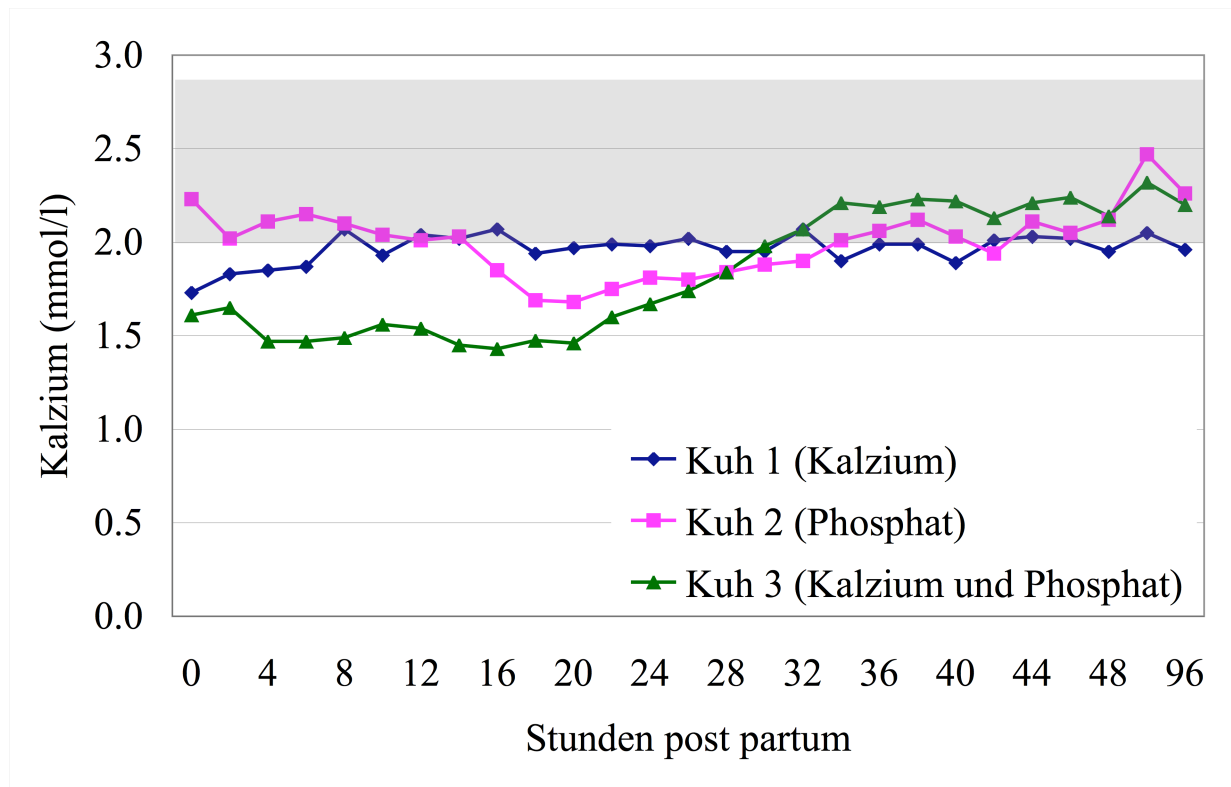


Abb. 2: Verlauf der Kalziumkonzentration nach zweimaliger Verabreichung von Kalziumchlorid (Kuh 1), Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 2) und Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 3) per os unmittelbar nach der Geburt und 12 Stunden später. Der graue Balken markiert den Normalbereich für Kalzium (2.0 – 2.8 mmol/l)

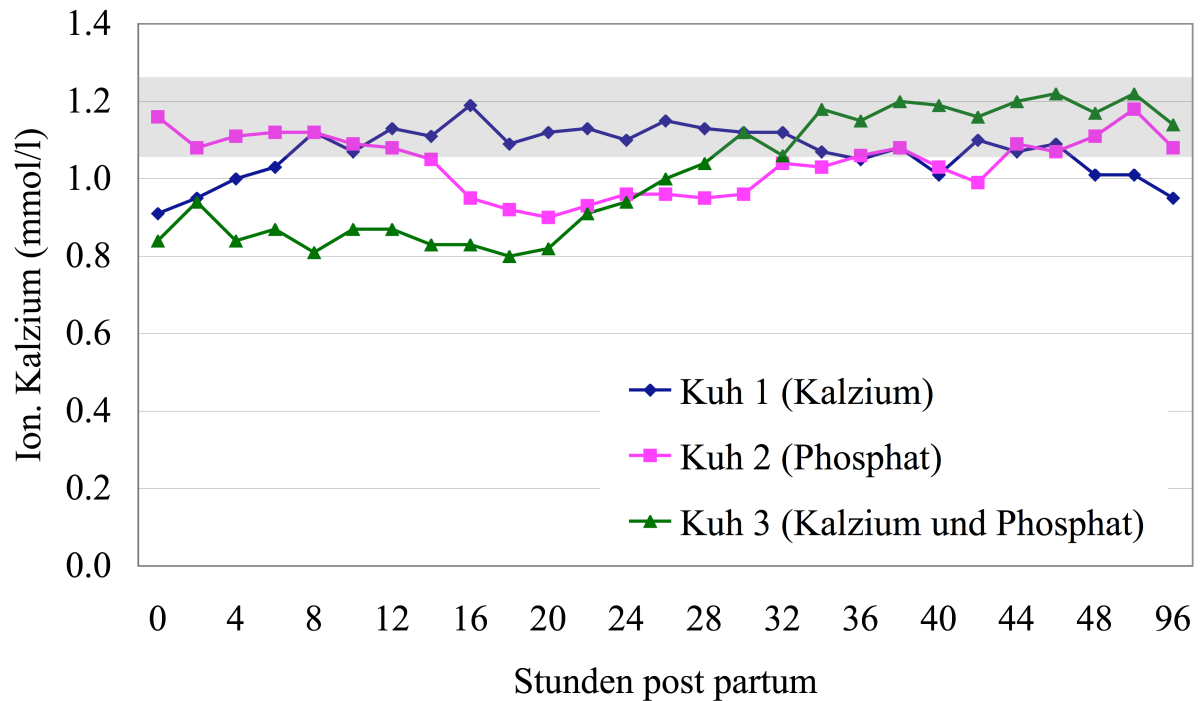


Abb. 3: Verlauf des ionisierten Kalziums nach zweimaliger Verabreichung von Kalziumchlorid (Kuh 1), Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 2) und Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 3) per os unmittelbar nach der Geburt und 12 Stunden später. Der graue Balken markiert den Normalbereich für das ionisierte Kalzium (1.06 – 1.26 mmol/l)

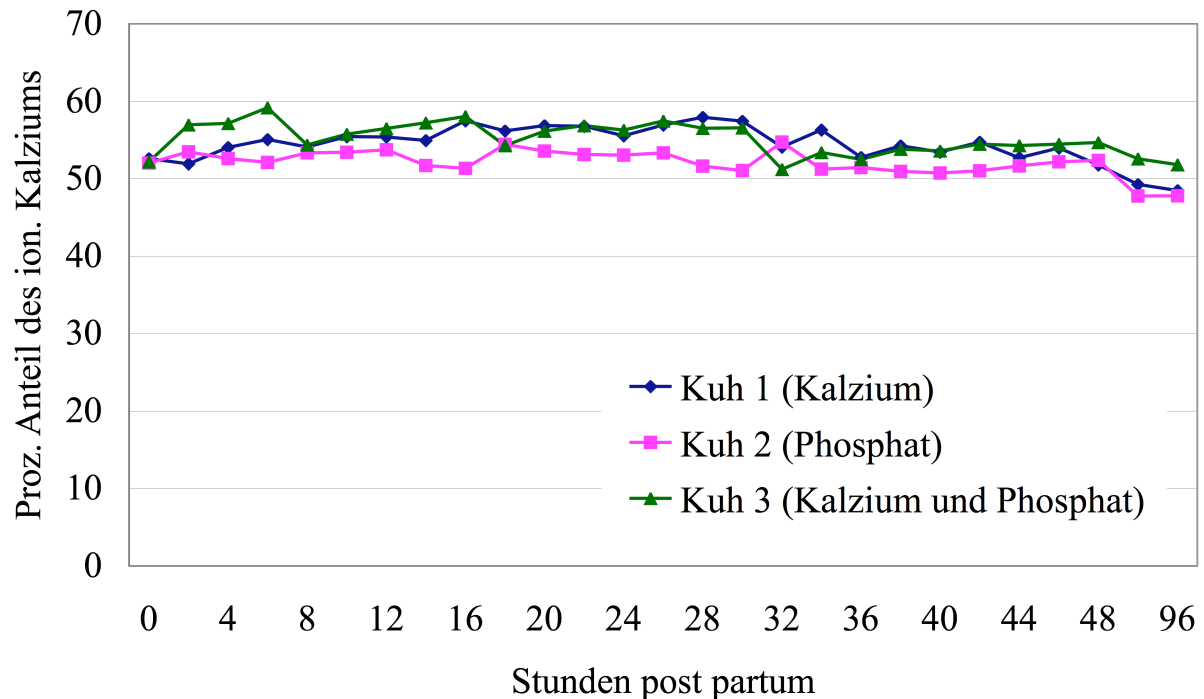


Abb. 4: Prozentualer Anteil des ionisierten Kalziums nach zweimaliger Verabreichung von Kalziumchlorid (Kuh 1), Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 2) und Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 3) per os unmittelbar nach der Geburt und 12 Stunden später

6.1.3.2. Anorganisches Phosphat

Die Verlaufskurven des anorganischen Phosphats der drei Kühe unterschieden sich deutlich (Abb. 5). Unmittelbar nach Geburt wiesen alle drei Kühe einen hypophosphatämischen Wert von 1.13 mmol Phosphor/l Blutserum auf. Die anorganische Phosphatkonzentration der Kuh 1 lag bis zur Stunde 34 im hypophosphatämischen Bereich. Bei der Kuh 2 stiegen die Phosphatwerte innerhalb von wenigen Stunden stark an und befanden sich dann während 36 Stunden im hyperphosphatämischen Bereich. Erst nach 44 Stunden lag wieder eine Normophosphatämie vor. Bei der Kuh 3 stieg die Phosphatkonzentration nach sechs Stunden in den normophosphatämischen Bereich an, in welchem sie während der gesamten Untersuchungsperiode verblieb.

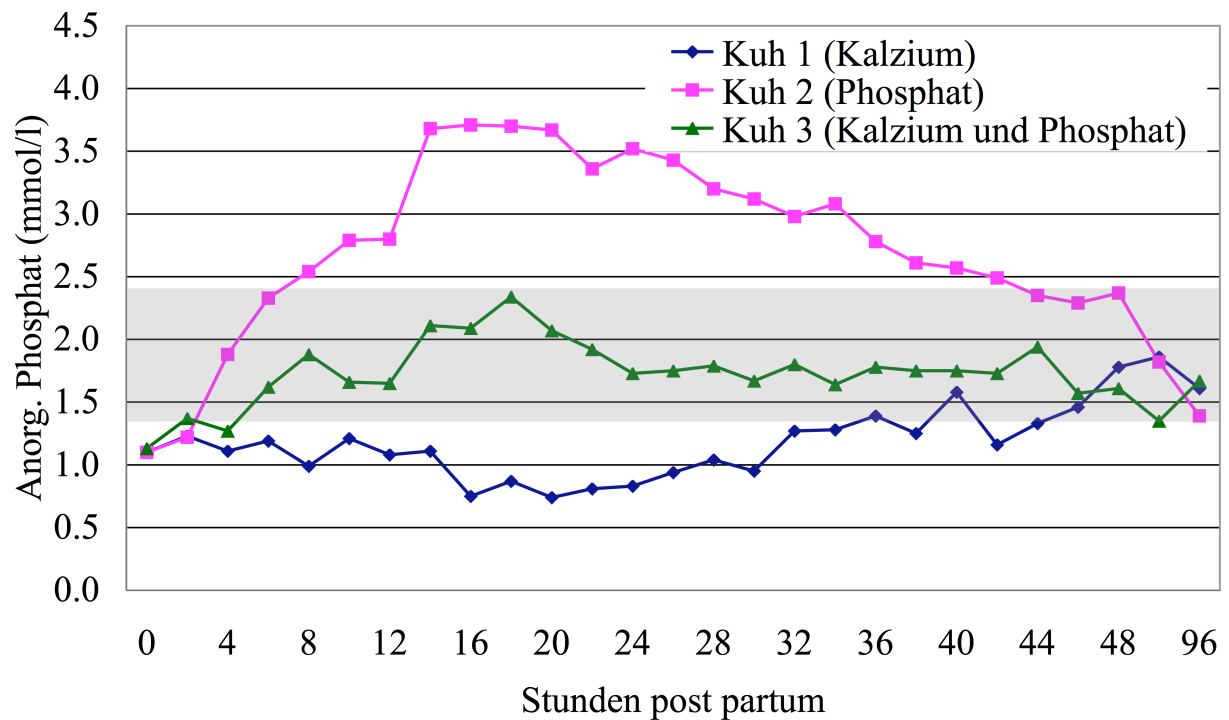


Abb. 5: Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentration nach zweimaliger Verabreichung von Kalziumchlorid (Kuh 1), Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 2) und Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 3) per os unmittelbar nach der Geburt und 12 Stunden später. Der graue Balken markiert den Normalbereich des anorganischen Phosphats (1.3 – 2.4 mmol/l)

6.1.3.3. Magnesium

Alle drei Kühe zeigten schon vor der Behandlung eine Magnesiumkonzentration im normalen oder leicht erhöhten Bereich, welche durch die verschiedenen Behandlungen nicht beeinflusst wurde (Abb. 6).

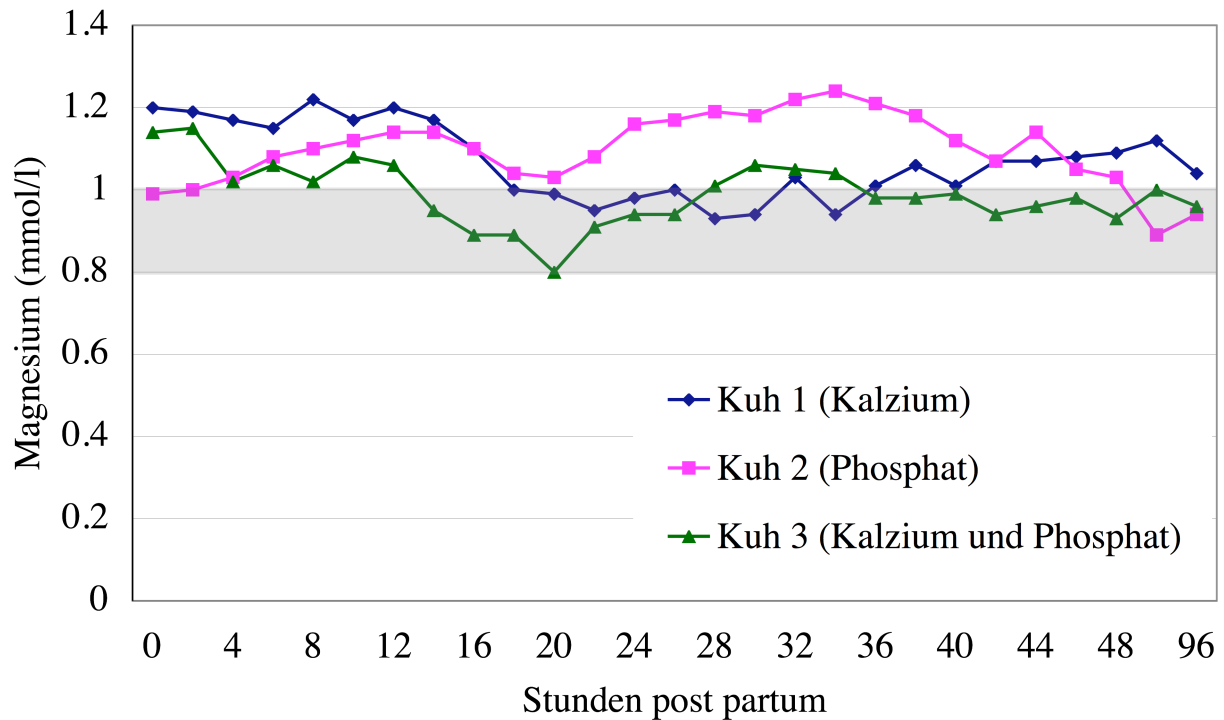


Abb. 6: Verlauf der Magnesiumkonzentration nach zweimaliger Verabreichung von Kalziumchlorid (Kuh 1), Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 2) und Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 3) per os unmittelbar nach der Geburt und 12 Stunden später. Der graue Balken markiert den Normalbereich für Magnesium (0.8 – 1.0 mmol/l)

6.1.3.4. Parathormon

Bei den Kühen 1 und 2 wurde die Parathormonkonzentration durch die Behandlung nicht beeinflusst. Bei der Kuh 3 kam es 2 Stunden nach der Erstbehandlung zu einem starken Anstieg des Parathormons von 448 pg/ml auf 2683 pg/ml. Die PTH-Werte lagen bis zur Stunde 26 in einem stark erhöhten Bereich, mit einer Spitze von 4990 pg/ml 22 Stunden post partum. Danach sanken sie innerhalb von 4 Stunden in den Ausgangsbereich ab (Abb. 7).

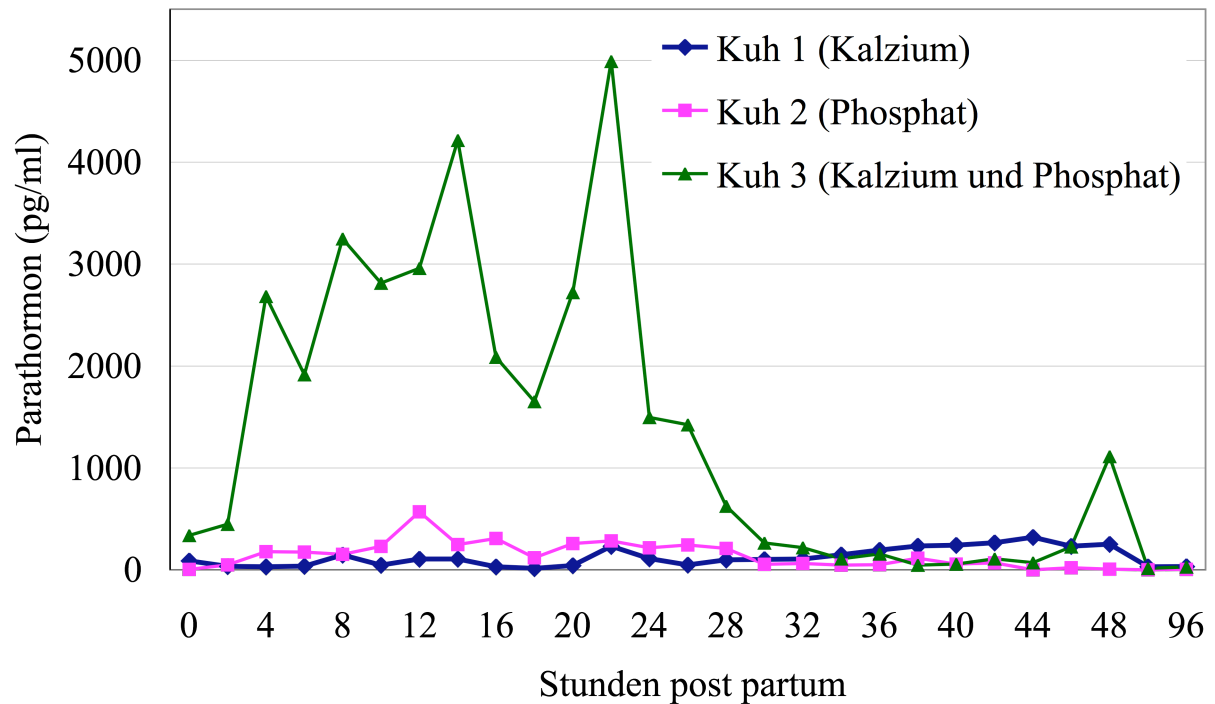


Abb. 7: Verlauf der Parathormonkonzentration nach zweimaliger Verabreichung von Kalziumchlorid (Kuh 1), Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 2) und Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 3) per os unmittelbar nach der Geburt und 12 Stunden später

6.1.3.5. Creatin-Kinase

Die Aktivität der Creatin-Kinase im Blutserum der drei Kühe bewegte sich in konstant tiefem Bereich von 35 U/l bis maximal 329 U/l. Die Werte der Kühe 1 und 2 waren fast gleich (Abb. 8).

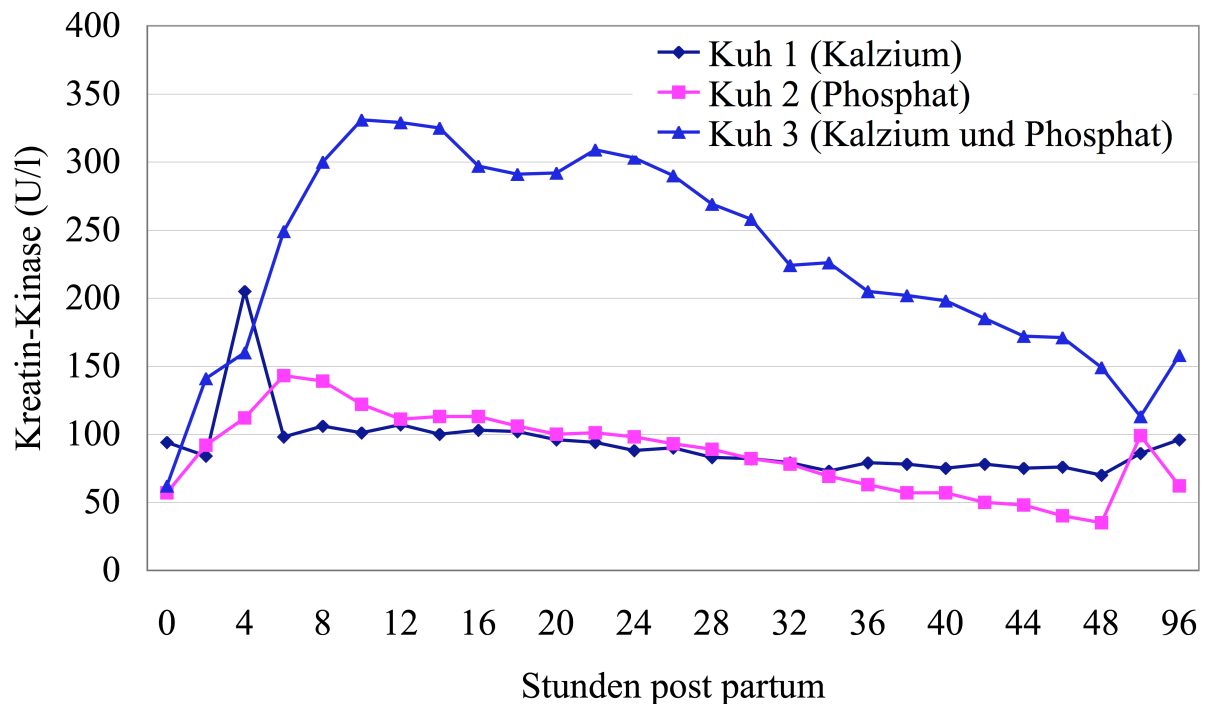


Abb. 8: Verlauf der Kreatin-Kinase-Aktivität nach zweimaliger Verabreichung von Kalziumchlorid (Kuh 1), Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 2) und Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Kuh 3) per os unmittelbar nach der Geburt und 12 Stunden später

6.2. Tiergruppen B, C, D und E: Im Rahmen der Dissertation an Gebärpause erkrankte Kühe

Die 19 Kühe, welche an Gebärpause erkrankten, kamen zu unterschiedlichen Zeitpunkten zum Festliegen. Eine Kuh (Nr. 23) lag bereits 10 Stunden ante partum und eine weitere Kuh (Nr. 26) zum Zeitpunkt der Geburt fest. Bei den übrigen Kühen trat das Festliegen zwischen 2 und 42 Stunden nach der Geburt auf.

Bei einer Kuh (Nr. 9) lag zum Zeitpunkt des Festliegens noch keine Hypokalzämie vor. Der Kalziumwert lag mit 2.02 mmol/l jedoch im unteren Referenzbereich von gesunden Kühen (2.0 bis 2.8 mmol). Alle anderen Kühe mit Gebärpause wiesen mit Kalziumkonzentrationen zwischen 0.80 und 1.81 mmol/l eine mittel- bis hochgradige Hypokalzämie auf.

In Bezug auf den Phosphorgehalt zeigten beim Auftreten des Festliegens 4 Kühe eine Normophosphatämie (Nr. 5, 9, 19, 31) und 15 Kühe eine Hypophosphatämie mit Phosphorkonzentrationen zwischen 0.18 und 1.01 mmol/l.

Bei 15 Kühen waren das Kalzium und der Phosphor, bei einer Kuh nur das Kalzium (Nr. 5) und bei einer Kuh (Nr. 9) weder Kalzium noch Phosphor erniedrigt (Tab. 1).

Tab. 1: Zeitpunkt des Festliegens (Stunden ante bzw. post partum) sowie Kalzium- und Phosphatwerte der an Gebärgere erkrankten Kühe (Gruppe B: Ohne Prophylaxe; Gruppe C: Kalziumchlorid; Gruppe D: Natriumphosphat; Gruppe E: Kalziumchlorid und Natriumphosphat)

Kuh Nr.	Gruppe	Zeitpunkt	Kalzium (mmol/l)	Anorg. Phosphat (mmol/l)
5	B	20	1.81	1.33
13	B	2	1.71	0.83
15	B	18	1.37	0.37
23	B	-10	1.17	0.36
29	B	16	1.81	0.73
2	C	42	1.02	0.48
9	C	4	2.07	1.51
14	C	30	0.96	0.21
18	C	12	0.80	0.18
7	D	8	0.83	0.92
11	D	2	1.27	0.57
16	D	10	1.24	0.99
19	D	20	0.97	2.46
22	D	2	1.04	0.88
26	D	0	1.12	0.29
31	D	38	1.36	2.02
10	E	2	1.47	0.83
27	E	2	1.78	1.01
32	E	2	0.92	0.33

6.3. Tiergruppen B, C, D und E: Im Rahmen der Dissertation nicht an Gebärparese erkrankte Tiere

6.3.1. Klinische Befunde ante partum: Temperatur, Atmung und Herzfrequenz

Zwischen den Kühen, die später an Gebärparese erkrankten und denjenigen, die nicht erkrankten, bestanden an den 5 Tagen ante partum keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Verlauf der rektalen Temperatur, der Herz- und Atemfrequenz (nicht in Tab. dargestellt).

Tab. 2: Verlauf von Rektaltemperatur, Herz- und Atemfrequenz aller 32 Kühe fünf bis einen Tag ante partum (Mittelwerte \pm Standardabweichungen sowie Schwankungsbreiten)

Tage ante partum	Temperatur (°C)	Herzfrequenz (/min)	Atemfrequenz (/min)
5	38.9 ± 0.2 (38.5 - 39.4)	88.8 ± 10.6 (64 - 108)	42.9 ± 9.9 (20 - 64)
4	39.1 ± 0.4 (38.3 - 40.0)	92.7 ± 11.3 (72 - 116)	42.8 ± 9.4 (30 - 68)
3	39.0 ± 0.3 (38.5 - 39.6)	90.2 ± 11.3 (68 - 112)	40.6 ± 7.5 (28 - 56)
2	39.0 ± 0.4 (38.5 - 39.9)	90.4 ± 11.0 (68 - 112)	40.6 ± 10.3 (20 - 64)
1	38.9 ± 0.4 (38.4 - 40.0)	92.5 ± 14.6 (64 - 120)	45.5 ± 12.0 (28 - 72)

6.3.2. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum ante partum

6.3.2.1. Kalzium

Die Kalziumwerte der Kühe, die später an Gebärparese erkrankten ($n = 19$), unterschieden sich nicht signifikant von denjenigen, die nicht erkrankten ($n = 13$). Die Kalziumwerte beider Gruppen lagen vom Tag 5 ante partum bis zur zweitletzten Probe vor der Geburt im normalen Bereich zwischen 2.00 und 2.80 mmol/l. Bei den Kühen, die nicht erkrankten, lag der letzte Wert vor der Geburt bei 1.99 ± 0.29 mmol/l, bei den Kühen mit Gebärparese bei 1.91 ± 0.44 mmol/l, Differenz $P > 0.05$ (Abb. 9).

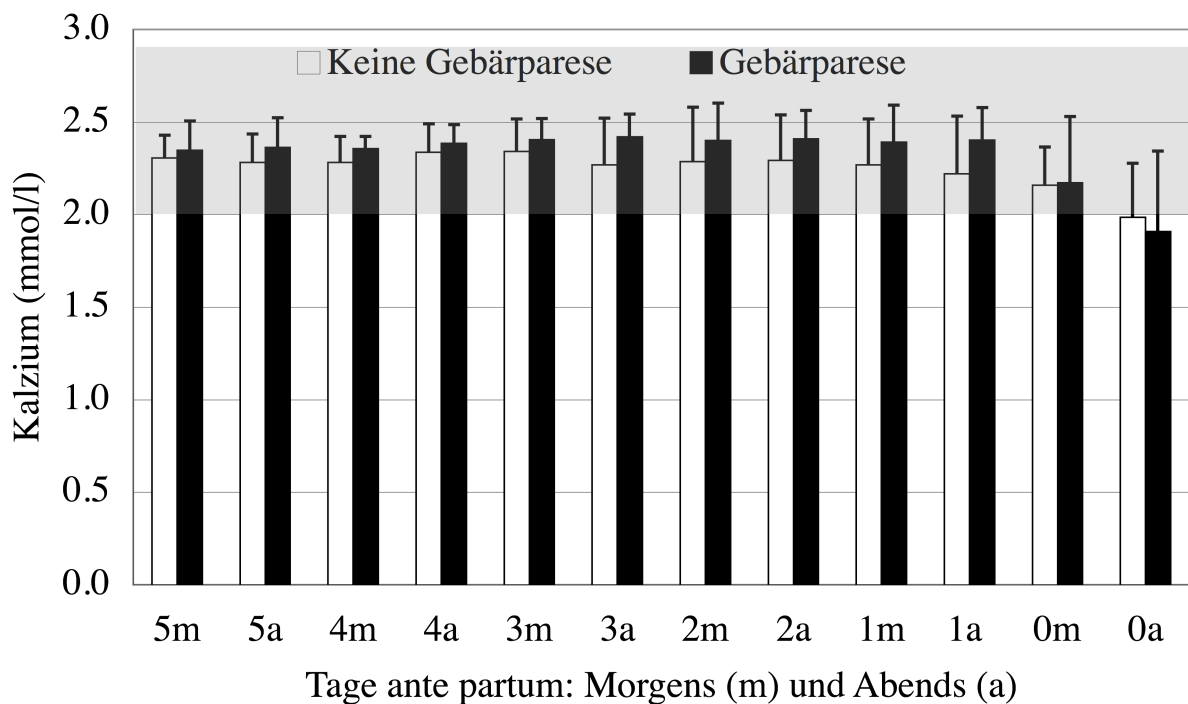


Abb. 9: Kalziumverlauf ante partum bei 32 Kühen, die post partum an Gebärparese erkrankten ($n = 19$) bzw. nicht erkrankten ($n = 13$) (Mittelwerte + Standardabweichungen). Der graue Balken markiert den Normalbereich für Kalzium ($\text{Ca} = 2.0 - 2.8 \text{ mmol/l}$)

6.3.2.2. Ionisiertes Kalzium

Die Werte des ionisierten Kalziums jener Kühe, die später an Gebärparese erkrankten, unterschieden sich nicht signifikant von denjenigen, die nicht erkrankten. Der Verlauf des ionisierten Kalziums ante partum bewegte sich bis zum letzten Tag vor der Geburt im Normalbereich. Bei der letzten Messung zeigten sowohl die Kühe, die später erkrankten, als auch die nicht erkrankten Kühe leicht erniedrigte Werte (ion. Ca = 0.98 bzw. 1.05 mmol/l, Differenz $P > 0.05$; Abb. 10).

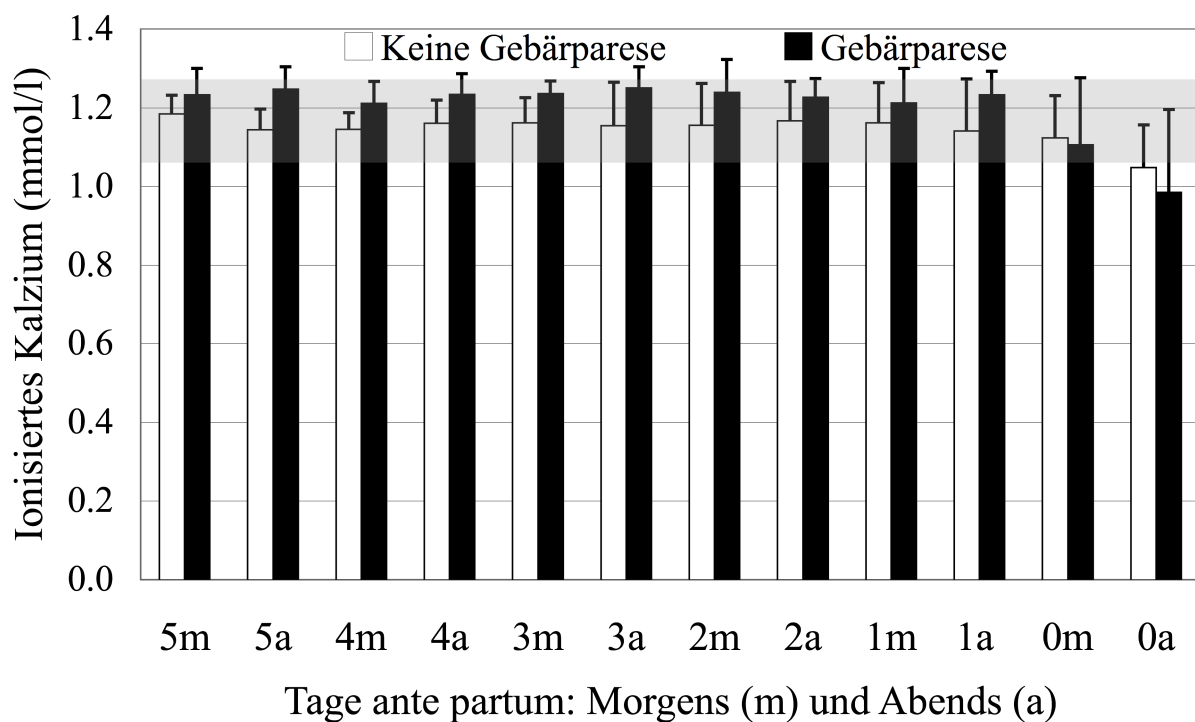


Abb. 10: Verlauf des ionisierten Kalziums ante partum bei 32 Kühen, die post partum an Gebärparese erkrankten ($n = 19$) bzw. nicht erkrankten ($n = 13$) (Mittelwerte + Standardabweichungen). Der graue Balken markiert den Normalbereich für ionisiertes Kalzium (ion. Ca = 1.06 – 1.26 mmol/l)

6.3.2.3. Anorganisches Phosphat

Die anorganischen Phosphatwerte der Kühe, die an Gebärparese erkrankten, unterschieden sich nicht signifikant von jenen, die nicht erkrankten. Die Phosphatwerte beider Gruppen lagen bis zur vorletzten Messung ante partum im normalen Bereich von 1.3 bis 2.4 mmol/l. Bei den Kühen, die nicht an Gebärparese erkrankten, war auch der letzte Wert im Normalbereich. Im Gegensatz dazu lag die durchschnittliche Phosphorkonzentration der an Gebärparese erkrankten Kühe im hypophosphatämischen Bereich (Abb. 11).

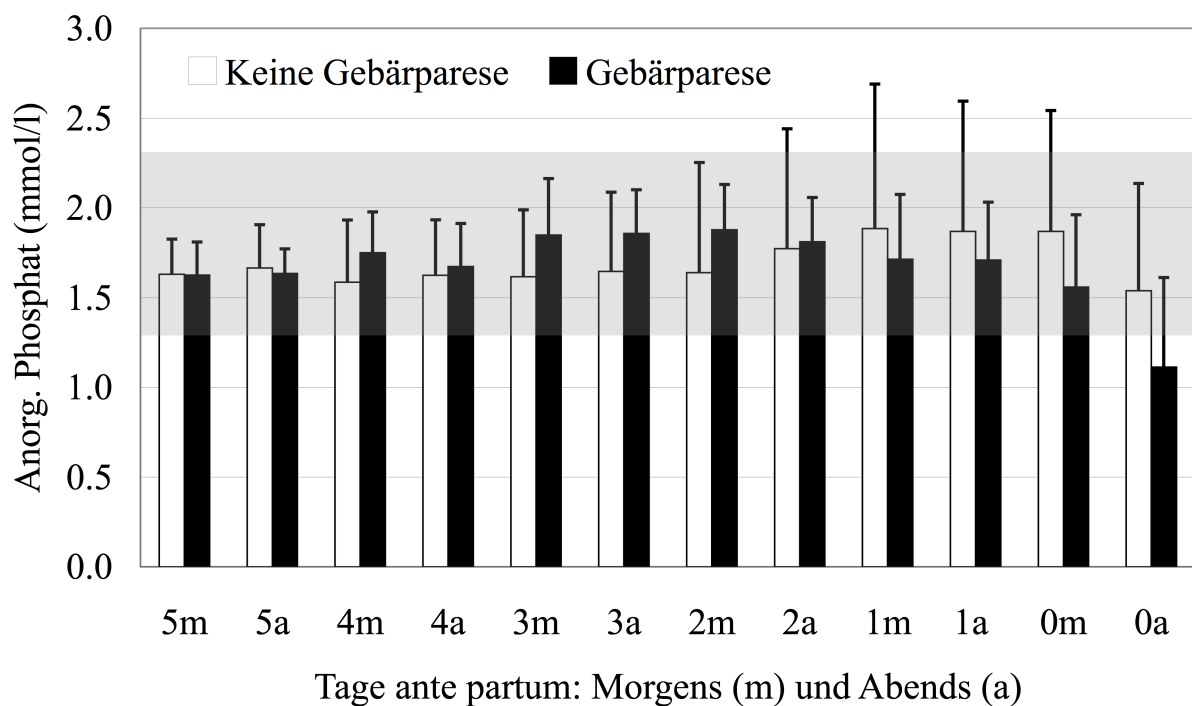


Abb. 11: Phosphatverlauf aller 32 Kühe aufgeteilt in später an Gebärparese erkrankte (n = 19) und nicht erkrankte Kühe (n = 13) (Mittelwerte + Standardabweichungen). Der graue Balken markiert den Normalbereich für Phosphat (P = 1.3 – 2.3 mmol/l)

6.3.2.4. Magnesium

Die Magnesiumwerte der Kühe, die später an Gebärparese erkrankten, unterschieden sich nicht signifikant von denjenigen, die nicht erkrankten. Die Magnesiumwerte beider Gruppen lagen vom Tag 5 bis zum Tag 0 ante partum im oder über dem Normalbereich von 0.8 bis 1.0 mmol/l (Abb. 12).

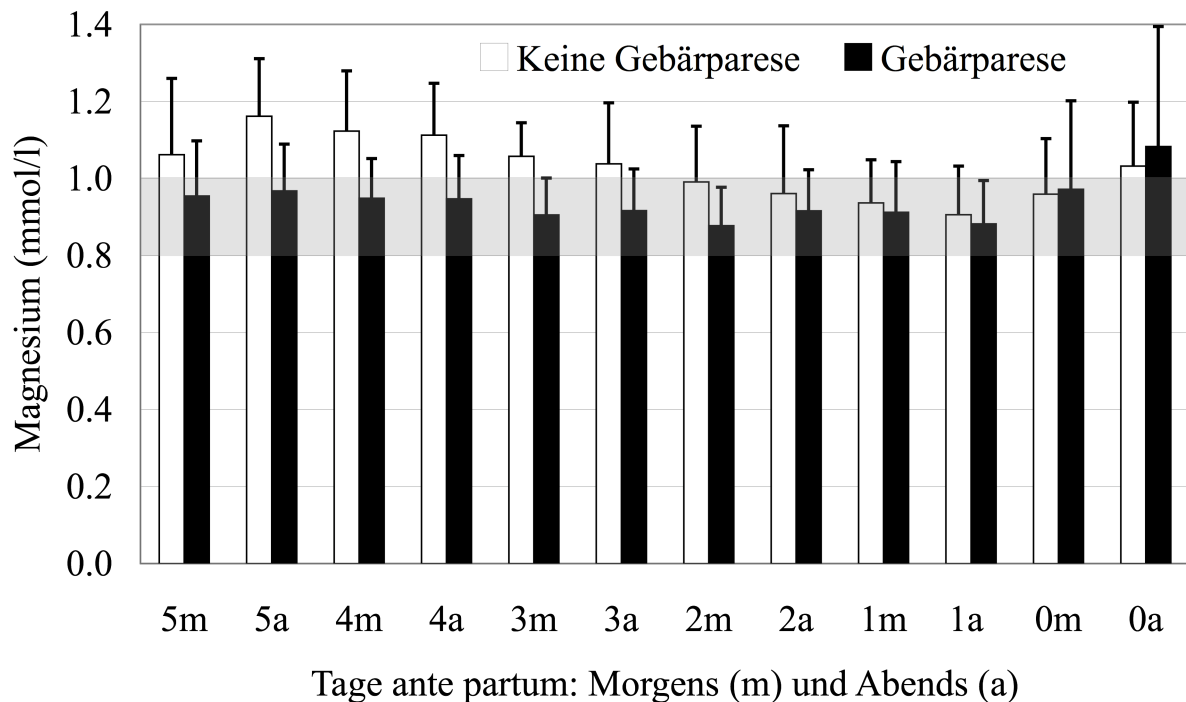


Abb. 12: Magnesiumverlauf aller 32 Kühe aufgeteilt in später an Gebärparese erkrankte ($n = 19$) und nicht erkrankte Kühe ($n = 13$) (Mittelwerte + Standardabweichungen). Der graue Balken markiert den Normalbereich des Magnesiums ($Mg = 0.8 - 1.0$ mmol/l)

6.3.2.5. Parathormon

Der Parathormonverlauf aller Kühe ante partum bewegte sich zwischen 37 und 515 pg/ml (Abb. 13). Die Werte unterschieden sich bezüglich später festliegenden Kühen und nicht erkrankten Kühen nicht signifikant ($P > 0.05$).

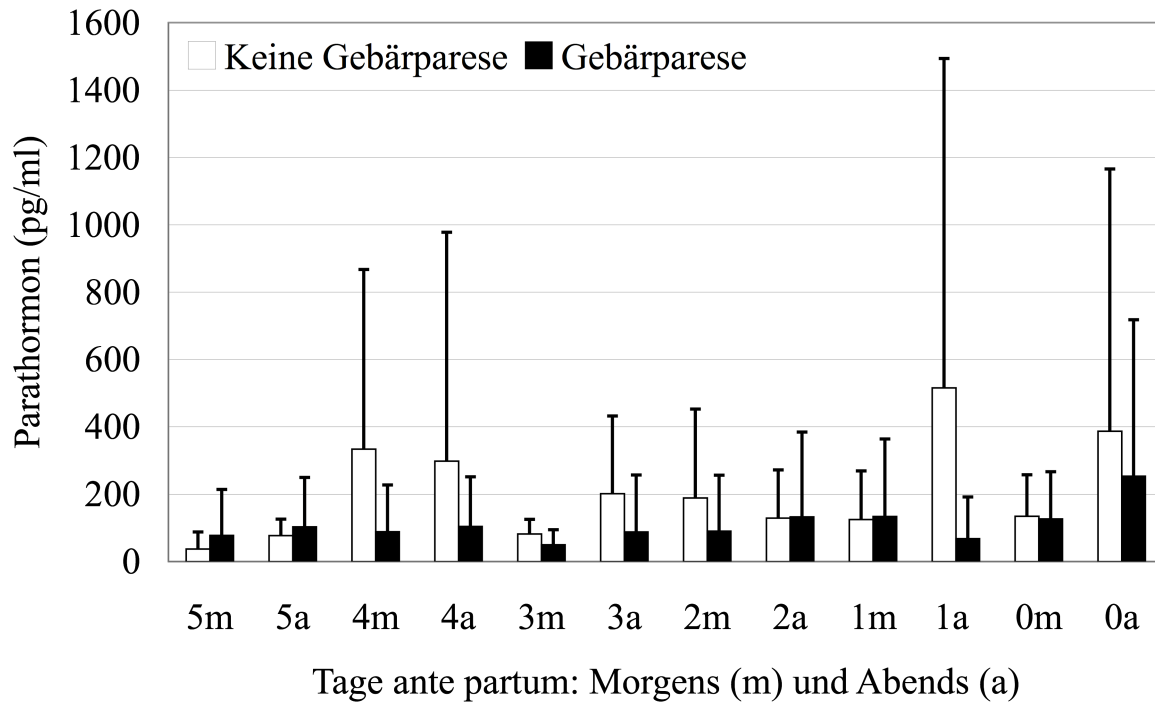


Abb. 13: Parathormonverlauf ante partum bei 32 Kühen, die post partum an Gebärparese erkrankten ($n = 19$) bzw. nicht erkrankten ($n = 13$) (Mittelwerte + Standardabweichungen)

6.3.2.6. Urin-pH-Wert

Der Urin-pH-Wert der Kühe beider Gruppen bewegte sich zwischen 8.3 und 8.5. Der Verlauf des Urin-pH-Werts ante partum jener Kühe, die an Gebärparese erkrankten, unterschied sich nicht signifikant vom pH-Wert der nicht erkrankten Kühe ($P > 0.05$). Bei der letzten Messung ante partum wiesen die Kühe ohne Gebärparese jedoch einen signifikant tieferen Urin-pH-Wert auf als die Kühe mit Gebärparese ($P < 0.05$); dieser lag aber immer noch im alkalischen Bereich (Abb. 14).

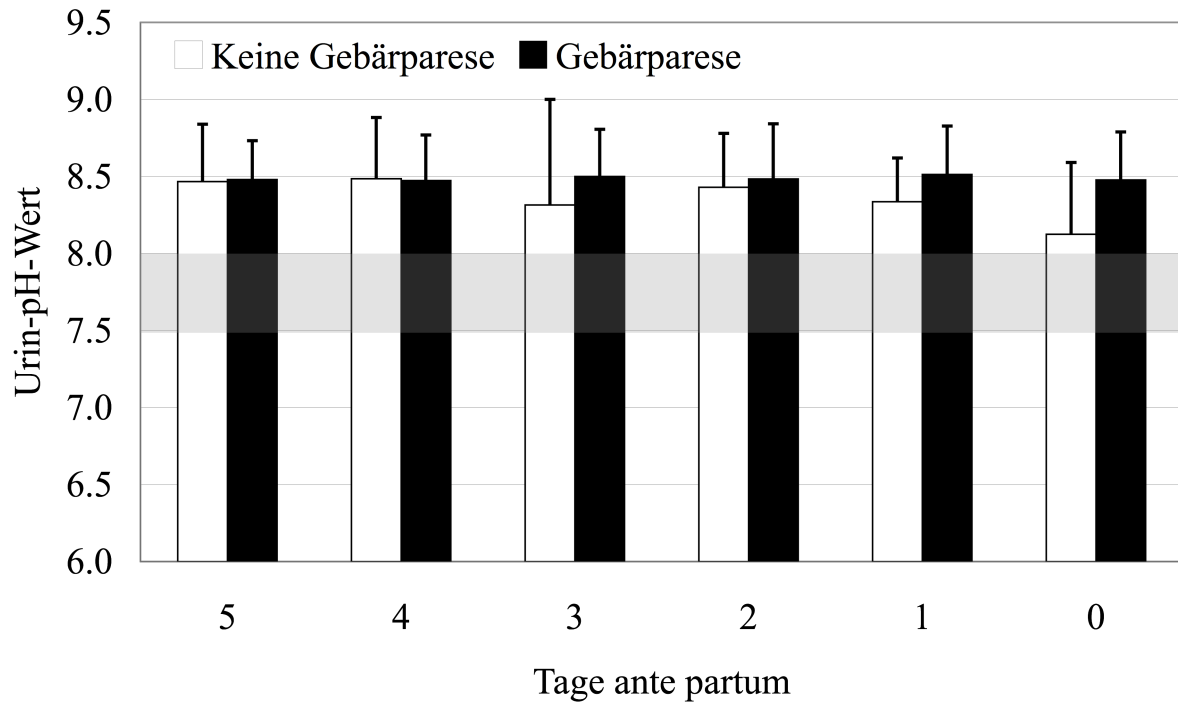


Abb. 14: Verlauf des Urin-pH-Werts aller 32 Kühe aufgeteilt in später an Gebärparese erkrankte ($n = 19$) und nicht erkrankte Kühe ($n = 13$) (Mittelwerte + Standardabweichungen). Der graue Balken markiert den Normalbereich des Urin-pH-Werts beim Rind (pH 7.5 – 8.0)

6.3.3. Klinische Befunde post partum

Von den 32 Kühen, die im Vorjahr alle an Gebärparese erkrankt waren, kamen 19 (59.4 %) im Verlauf der vorliegenden Untersuchungen erneut zum Festliegen, während 13 Kühe (40.6 %) nicht erkrankten. In der Kontrollgruppe B erkrankten 5 Kühe, in den Gruppen C, D und E 4, 7 und 3 Kühe (Tab. 2). Am wenigsten Tiere erkrankten in der Gruppe E (Kalzium und Phosphat), am meisten in der Gruppe D (Phosphat). Die Ergebnisse unterschieden sich jedoch nicht signifikant ($P > 0.05$).

Tab. 3: Auftreten von Festliegen bei den vier unterschiedlich behandelten Gruppen B, C, D und E

Gruppe	Festliegen	Kein Festliegen	Total
B (Kontrollgruppe)	5 (5, 13, 15, 23, 29)	3 (1, 8, 21)	8
C (Kalziumgruppe)	4 (2, 9, 14, 18)	4 (6, 25, 28, 30)	8
D (Phosphatgruppe)	7 (7, 11, 16, 19, 22, 26, 31)	1 (3)	8
E (Kalzium und Phosphatgruppe)	3 (10, 27, 32)	5 (4, 12, 17, 20, 24)	8
Total	19	13	32

6.3.3.1. Verlauf von Rektaltemperatur, Herz- und Atemfrequenz post partum

Rektale Temperatur

Die Gruppen B, C, D und E unterschieden sich in Bezug auf den Verlauf der rektalen Temperatur post partum nicht signifikant. Bei allen Gruppen kam es jedoch innerhalb von 4 Stunden zu einem signifikanten Absinken der Rektaltemperatur von durchschnittlich 39.2 °C auf 38.8 °C (Abb. 15). Bei den Kühen mit Gebärparese war die Temperaturverlaufskurve signifikant niedriger als bei den nicht erkrankten Kühen ($P < 0.01$) (Abb. 16).

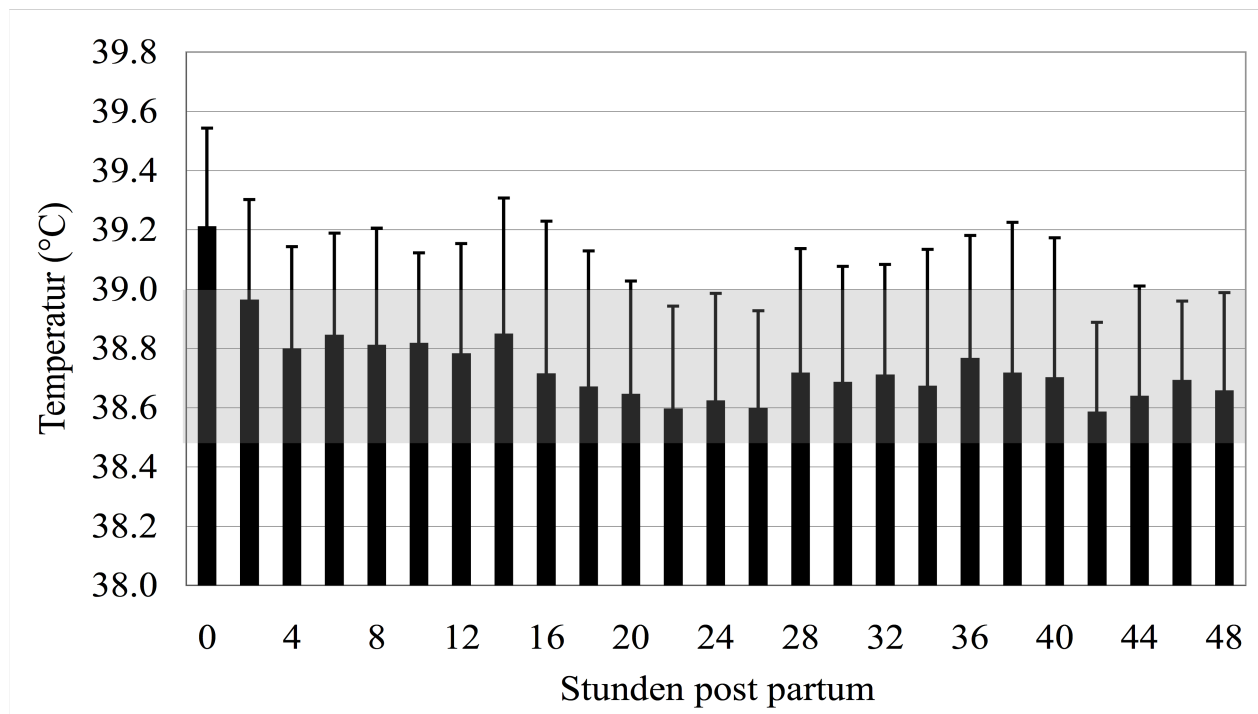


Abb. 15: Temperaturverlauf aller 32 Kühe während 48 Stunden post partum (Mittelwerte + Standardabweichungen). Der graue Balken markiert den Normalbereich der Rektaltemperatur (38.5 – 39.0°C)

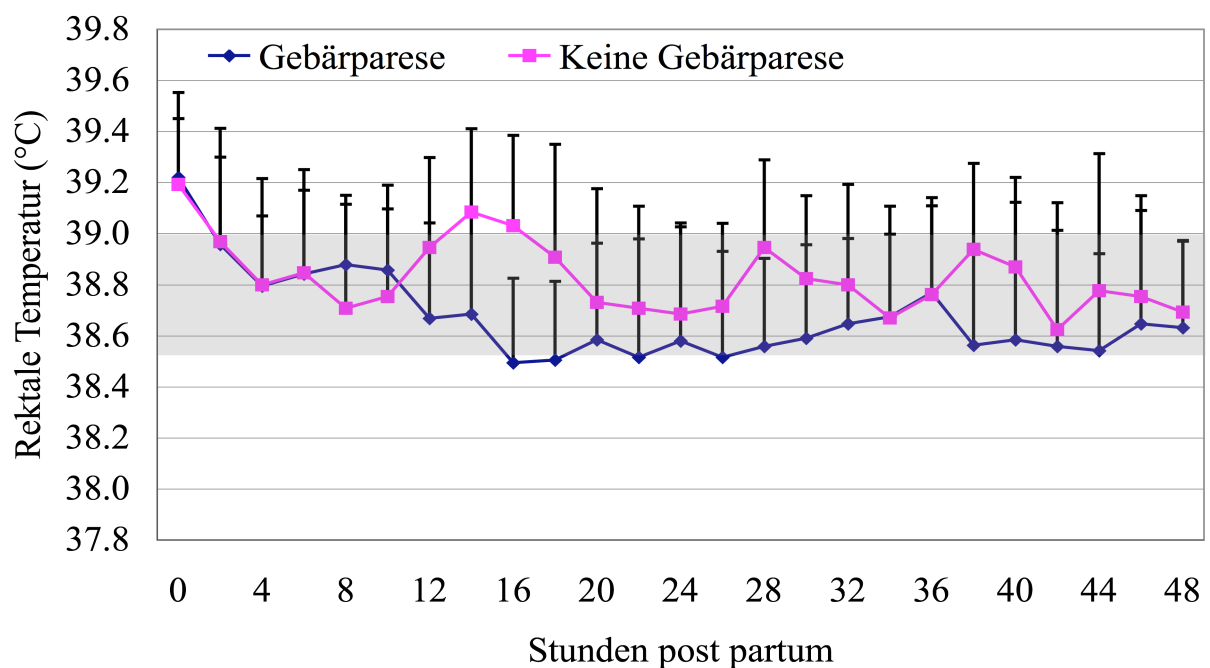


Abb. 16: Temperaturverlauf während 48 Stunden post partum bei erkrankten (n = 19) und nicht an Gebärparese erkrankten Kühen (n = 13)

Herz- und Atemfrequenz

Die Gruppen B, C, D und E unterschieden sich bezüglich der Herz- und Atemfrequenz post partum nicht signifikant. Bei allen Gruppen kam es jedoch post partum zu einem signifikanten Absinken der Herzfrequenz von durchschnittlich 99 ± 14 zum Zeitpunkt 0 auf 79 ± 10 zum Zeitpunkt 48 Stunden post partum ($P < 0.01$) (Abb. 17).

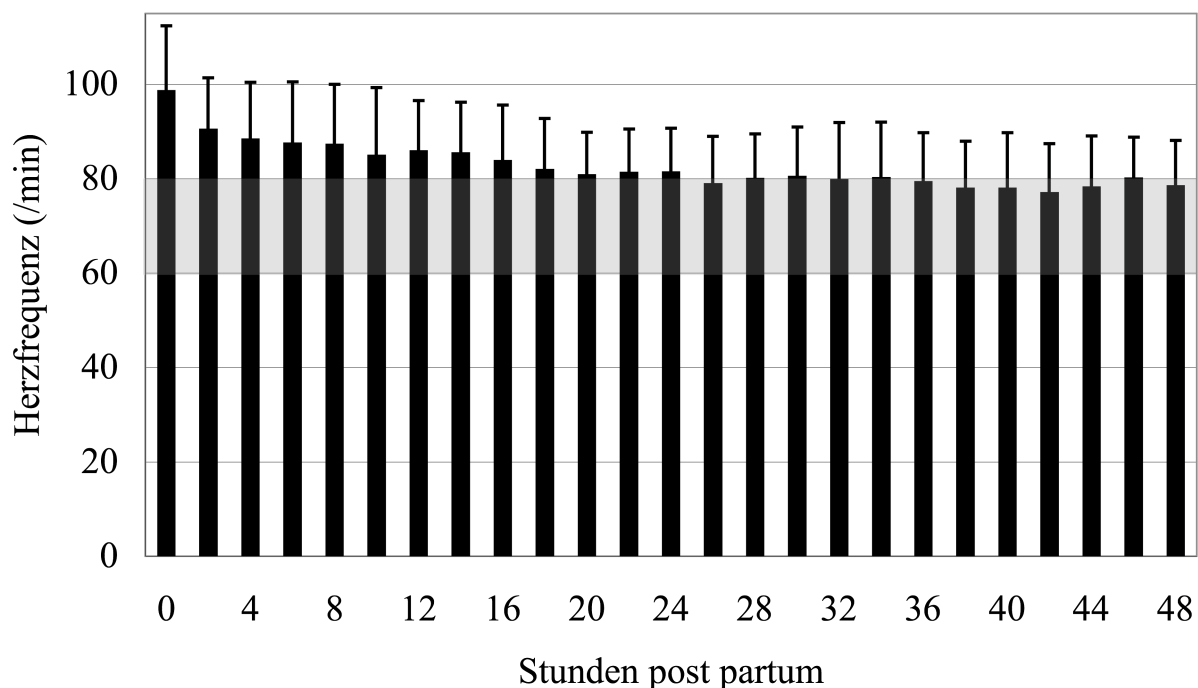


Abb. 17: Herzfrequenzverlauf aller 32 Versuchstiere während 48 Stunden post partum (Mittelwerte + Standardabweichungen). Der graue Balken markiert den Normalbereich der Herzfrequenz von 60 bis 80/min

6.3.3.2. Alter

Die Altersverteilung der verschiedenen Behandlungsgruppen unterschied sich nicht signifikant. Die Kühe mit Gebärpause waren mit 88 Monaten (± 13.4 Monaten) signifikant jünger als die nicht erkrankten Kühe (107 Monate ± 19 Monate) ($P < 0.01$).

6.3.3.3. Zeitraum bis zum Abkalben

Die Kühe wurden 3 Tage vor dem erwarteten Geburtstermin in die Klinik eingeliefert. Die tatsächliche Dauer bis zur Geburt betrug 5 ± 2 Tage mit einer Schwankungsbreite von 0 bis 12 Tagen.

6.3.3.4. Rasse

Von den 14 Braunviehkühen erkrankten 8 (57 %), von den 13 Fleckviehkühen 9 (69 %) und von den 5 Holstein-Friesian-Kühen 2 Tiere (40 %) an Gebärparese (Tab. 4).

Tab. 4: Rassenverteilung

Rasse	Gebärparese	Keine Gebärparese	Total
Braunvieh	8	6	14
Fleckvieh	9	4	13
Holstein-Friesian	2	3	5

6.3.3.5. Komplikationen, Besonderes

Bei den 32 Geburten wurden 3-mal lebende Zwillinge geboren. Bei zwei Kühen trat intra partum eine Torsio uteri auf. Bei einer Kuh konnte die Torsio uteri manuell berichtigt werden, bei der anderen musste ein Kaiserschnitt durchgeführt werden, da die Kuh schon festlag und die Berichtigung im Liegen nicht möglich war. Diese Kuh erkrankte 4 Tage später an linksseitiger Labmagenverlagerung und wurde deshalb, da sie immer noch festlag, euthanasiert. Fünf Kühe erkrankten an akuter Mastitis, drei an Ketose und zwei an Bronchopneumonie. Bei neun Kühen trat eine Retentio secundinarum auf, wobei 6 davon festliegend waren.

6.3.4. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum post partum

Von den Tiergruppen B, C, D und E wurden nach der Geburt nur die Elektrolyt- und Parathormonwerte jener Kühe ausgewertet, die nicht an Gebärpause erkrankten, da die erkrankten Kühe behandelt werden mussten und es dadurch zu einer Beeinflussung der genannten Werte kam. Der klinische Verlauf, allfällige weitere Behandlungen und die Verlaufskurven von Kalzium, Phosphor, Parathormon und Rektaltemperatur jeder einzelnen Kuh sind im Anhang detailliert dargestellt.

6.3.4.1. Kalzium

Der Verlauf der Kalzium-Konzentrationen ist für die Gruppen B, C, D und E gemeinsam in Abb. 18 und Tab. 5 dargestellt. Die Mittelwerte der Kalzium-Konzentration im Serum aller Kühe waren nach der Geburt erniedrigt und lagen im Bereich von durchschnittlich 1.73 bis 1.94 mmol/l. Die Gruppen B, C und E wiesen einen sehr ähnlichen Verlauf auf, während es bei der einen Kuh der Gruppe D nach 8 Stunden zu einem starken Absinken der Kalziumkonzentration auf einen Minimalwert von 1.09 mmol/l nach 28 Stunden kam. Erst nach 44 Stunden stieg die Kalziumkonzentration wieder auf über 1.50 mmol/l an. Der Verlauf der Kurven unterschied sich nicht signifikant. Die verschiedenen Behandlungen hatten keinen signifikanten Einfluss auf den Konzentrationsverlauf des Kalziums.

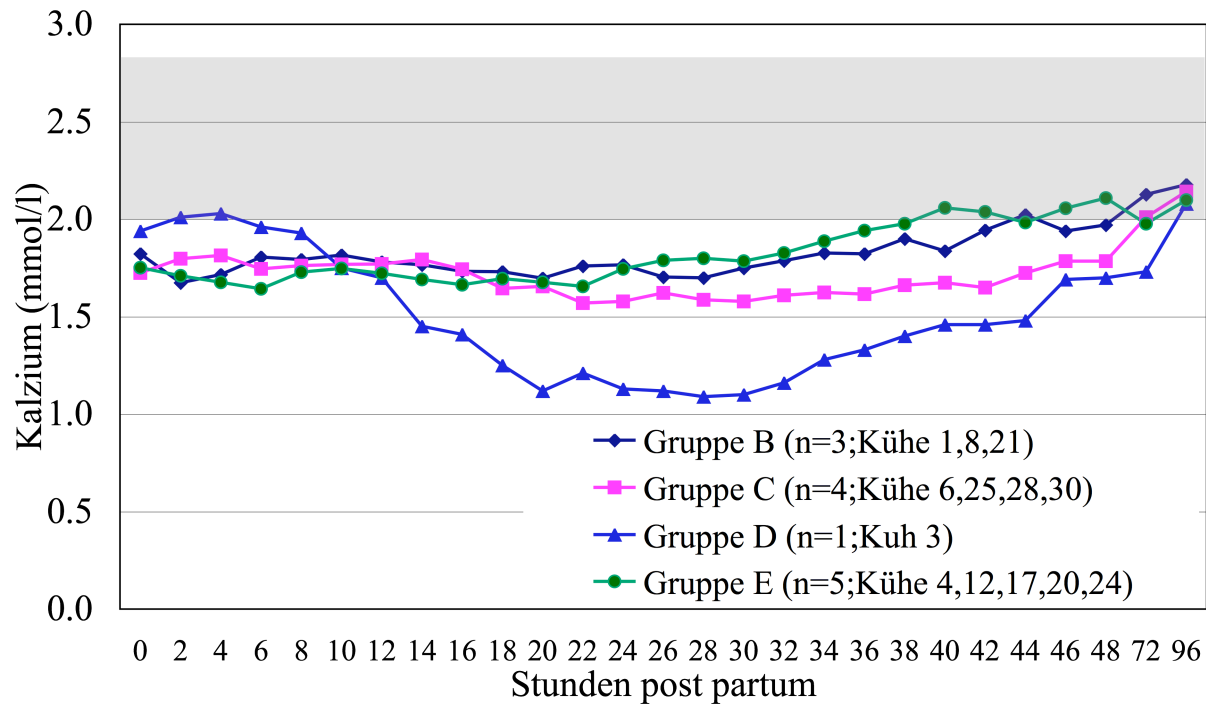


Abb. 18: Verlauf des Gesamtkalziums nach der Geburt bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwerte). Der graue Balken markiert den Normalbereich für Kalzium (2.0 – 2.8 mmol/l)

Tab. 5: Verlauf der Gesamtkalziumkonzentration in mmol/l nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe D) oder Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe E) per os 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwert \pm Standardabweichung sowie Schwankungsbreite)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	1.82 \pm 0.13 (1.67 - 1.91)	1.73 \pm 0.39 (1.32 - 2.08)	1.94	1.75 \pm 0.38 (1.18 - 2.21)
2	1.67 \pm 0.31 (1.33 - 1.92)	1.80 \pm 0.37 (1.45 - 2.11)	2.01	1.71 \pm 0.34 (1.27 - 2.16)
4	1.72 \pm 0.24 (1.44 - 1.89)	1.82 \pm 0.41 (1.40 - 2.23)	2.03	1.68 \pm 0.33 (1.50 - 2.12)
6	1.81 \pm 0.25 (1.52 - 1.96)	1.75 \pm 0.51 (1.23 - 2.19)	1.96	1.64 \pm 0.24 (1.29 - 1.85)
8	1.79 \pm 0.28 (1.47 - 1.98)	1.76 \pm 0.54 (1.20 - 2.30)	1.93	1.73 \pm 0.25 (1.36 - 2.05)
10	1.82 \pm 0.33 (1.46 - 2.11)	1.77 \pm 0.51 (1.24 - 2.23)	1.75	1.75 \pm 0.25 (1.41 - 2.03)
12	1.78 \pm 0.26 (1.49 - 2.00)	1.77 \pm 0.59 (1.20 - 2.45)	1.70	1.72 \pm 0.20 (1.51 - 2.01)
14	1.77 \pm 0.26 (1.49 - 2.01)	1.79 \pm 0.40 (1.38 - 2.15)	1.45	1.69 \pm 0.16 (1.55 - 1.95)
16	1.73 \pm 0.27 (1.46 - 1.99)	1.74 \pm 0.43 (1.27 - 2.13)	1.41	1.66 \pm 0.08 (1.56 - 1.89)
18	1.73 \pm 0.27 (1.44 - 1.98)	1.65 \pm 0.40 (1.18 - 2.09)	1.25	1.70 \pm 0.10 (1.61 - 1.74)
20	1.70 \pm 0.37 (1.31 - 2.04)	1.66 \pm 0.44 (1.13 - 2.03)	1.12	1.68 \pm 0.08 (1.59 - 1.73)
22	1.76 \pm 0.29 (1.49 - 2.06)	1.57 \pm 0.40 (1.05 - 1.91)	1.21	1.66 \pm 0.08 (1.55 - 1.78)
24	1.77 \pm 0.25 (1.49 - 1.96)	1.58 \pm 0.50 (0.89 - 2.04)	1.13	1.75 \pm 0.07 (1.65 - 1.81)
26	1.70 \pm 0.18 (1.54 - 1.90)	1.62 \pm 0.48 (1.03 - 2.14)	1.12	1.79 \pm 0.13 (1.60 - 1.90)

Fortsetzung Tab. 5

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
28	1.70 ± 0.18 (1.52 - 1.88)	1.59 ± 0.45 (1.00 - 1.96)	1.09	1.80 ± 0.19 (1.52 - 2.02)
30	1.75 ± 0.17 (1.58 - 1.91)	1.58 ± 0.46 (1.01 - 2.01)	1.10	1.78 ± 0.19 (1.54 - 1.95)
32	1.79 ± 0.25 (1.58 - 2.06)	1.61 ± 0.46 (1.03 - 1.87)	1.16	1.83 ± 0.21 (1.59 - 2.04)
34	1.83 ± 0.27 (1.64 - 2.14)	1.63 ± 0.43 (1.10 - 2.04)	1.28	1.89 ± 0.23 (1.55 - 2.10)
36	1.82 ± 0.30 (1.63 - 2.17)	1.62 ± 0.44 (1.11 - 2.15)	1.33	1.94 ± 0.26 (1.57 - 2.12)
38	1.90 ± 0.33 (1.69 - 2.28)	1.66 ± 0.39 (1.21 - 2.14)	1.40	1.98 ± 0.24 (1.64 - 2.27)
40	1.84 ± 0.28 (1.63 - 2.15)	1.68 ± 0.34 (1.27 - 2.09)	1.46	2.06 ± 0.27 (1.71 - 2.32)
42	1.94 ± 0.35 (1.71 - 2.34)	1.65 ± 0.32 (1.30 - 2.03)	1.46	2.04 ± 0.20 (1.74 - 2.24)
44	2.02 ± 0.36 (1.78 - 2.44)	1.73 ± 0.27 (1.45 - 2.08)	1.48	1.98 ± 0.17 (1.75 - 2.06)
46	1.94 ± 0.30 (1.69 - 2.27)	1.79 ± 0.25 (1.54 - 2.13)	1.69	2.06 ± 0.13 (1.89 - 2.22)
48	1.97 ± 0.30 (1.77 - 2.32)	1.79 ± 0.16 (1.66 - 2.02)	1.70	2.11 ± 0.19 (1.92 - 2.41)
72	2.13 ± 0.31 (1.87 - 2.47)	2.01 ± 0.16 (1.88 - 2.24)	1.73	1.98 ± 0.21 (1.69 - 2.19)
96	2.18 ± 0.32 (1.89 - 2.52)	2.14 ± 0.09 (2.05 - 2.17)	2.08	2.10 ± 0.21 (1.84 - 2.26)

Ionisiertes Kalzium

Der Verlauf des ionisierten Kalziums ist in der Abb. 19 und der Tab. 6 dargestellt. Nach der Geburt waren die Mittelwerte des ionisierten Kalziums aller Kühe erniedrigt und lagen im Bereich von 0.93 bis 0.97 mmol/l. Der Verlauf der Gruppen

B, C und E war sehr ähnlich; die Werte bewegten sich bis 38 Stunden (Gruppen B, C und E) bzw. 46 Stunden (Gruppen B, C und E) leicht unter dem normalen Bereich, stiegen dann langsam an und normalisierten sich nach 48 Stunden. Die Kuh der Gruppe D zeigte von 8 bis 30 Stunden post partum ein deutliches Absinken bis auf einen Wert von 0.57 mmol/l und danach ein Ansteigen bis 0.90 mmol/l zum Zeitpunkt 46 Stunden. Bei der letzten Messung wies sie einen Wert von 1.01 mmol/l auf.

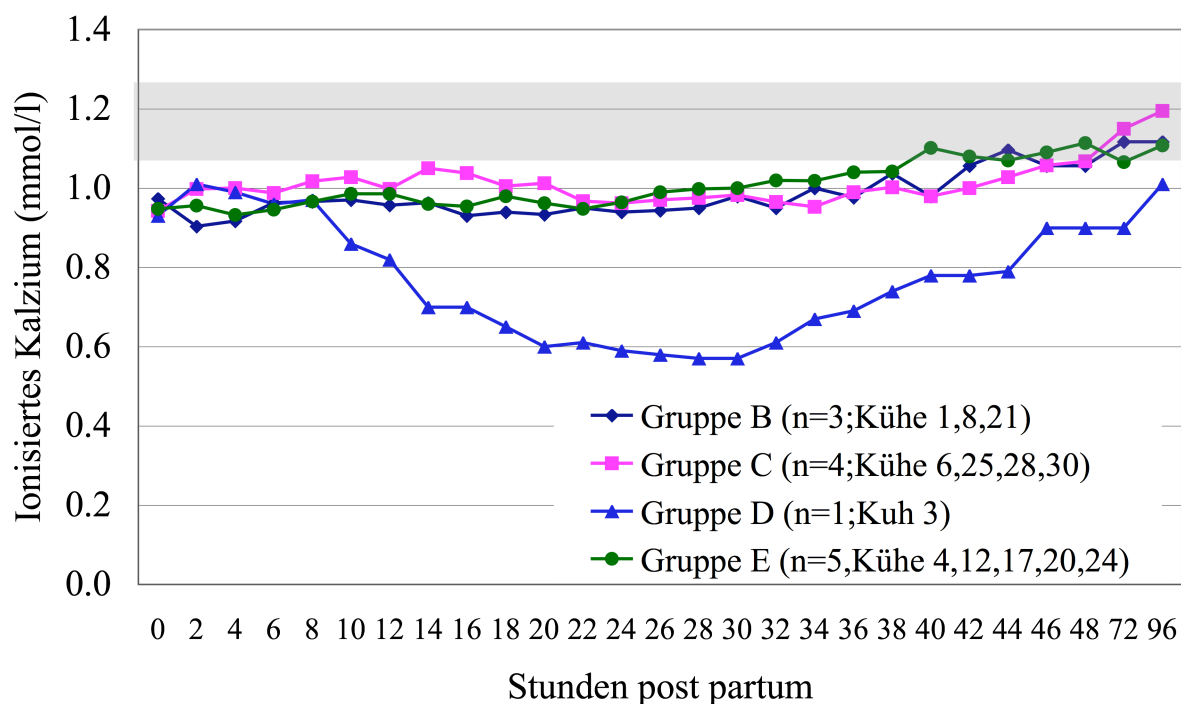


Abb. 19: Verlauf des ionisierten Kalziums nach der Geburt bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) jeweils 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwerte). Der graue Balken markiert den Referenzbereich für ionisiertes Kalzium (1.06 – 1.26 mmol/l)

Prozentualer Anteil des ionisierten Kalziums

Der prozentuale Anteil des ionisierten Kalziums bewegte sich zwischen 47.9 und 62.3 % und lag im Mittel bei 54.8 ± 3.22 % (Abb. 20). Der Kurvenverlauf der verschiedenen Gruppen unterschied sich nicht signifikant. Zum Zeitpunkt 14 und 16 Stunden post partum unterschieden sich die Werte der Gruppen C und D signifikant ($P < 0.01$).

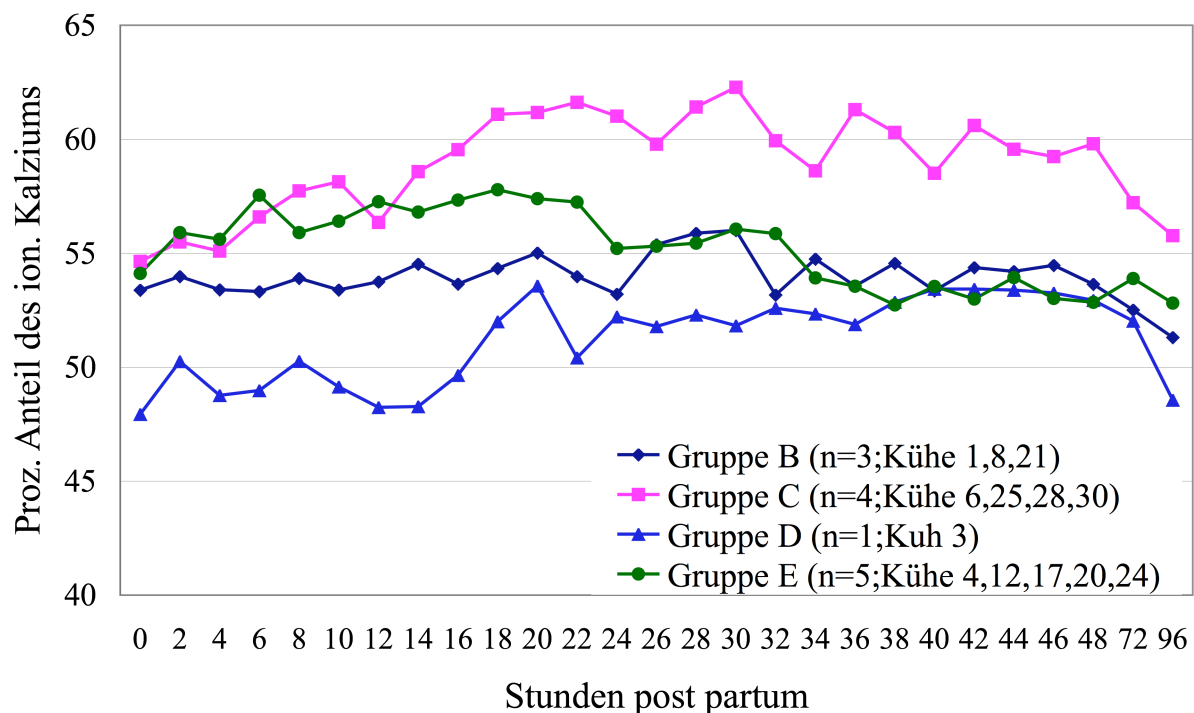


Abb. 20: Verlauf des prozentualen Anteils des ionisierten Kalziums nach der Geburt bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwerte)

Tab. 6: Verlauf des ionisierten Kalziums in mmol/l nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe D) oder Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe E) per os 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwert \pm Standardabweichung sowie Schwankungsbreite)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	0.97 \pm 0.07 (0.89 - 1.03)	0.94 \pm 0.2 (0.73 - 1.12)	0.93	0.95 \pm 0.16 (0.74 - 1.18)
2	0.90 \pm 0.13 (0.78 - 1.03)	1.00 \pm 0.16 (0.88 - 1.16)	1.01	0.96 \pm 0.16 (0.78 - 1.19)
4	0.92 \pm 0.11 (0.82 - 1.03)	1 \pm 0.18 (0.81 - 1.16)	0.99	0.93 \pm 0.17 (0.87 - 1.19)
6	0.96 \pm 0.09 (0.86 - 1.04)	0.99 \pm 0.21 (0.78 - 1.2)	0.96	0.95 \pm 0.11 (0.78 - 1.04)
8	0.97 \pm 0.11 (0.84 - 1.05)	1.02 \pm 0.25 (0.77 - 1.25)	0.97	0.97 \pm 0.15 (0.81 - 1.18)
10	0.97 \pm 0.13 (0.82 - 1.05)	1.03 \pm 0.24 (0.79 - 1.23)	0.86	0.99 \pm 0.13 (0.85 - 1.18)
12	0.96 \pm 0.09 (0.86 - 1.02)	1.00 \pm 0.27 (0.7 - 1.27)	0.82	0.99 \pm 0.11 (0.90 - 1.16)
14	0.96 \pm 0.10 (0.85 - 1.03)	1.05 \pm 0.20 (0.82 - 1.23)	0.70	0.96 \pm 0.10 (0.88 - 1.11)
16	0.93 \pm 0.14 (0.77 - 1.02)	1.04 \pm 0.21 (0.77 - 1.22)	0.70	0.95 \pm 0.09 (0.89 - 1.10)
18	0.94 \pm 0.13 (0.79 - 1.02)	1.01 \pm 0.21 (0.73 - 1.18)	0.65	0.98 \pm 0.06 (0.91 - 1.08)
20	0.93 \pm 0.15 (0.77 - 1.05)	1.01 \pm 0.25 (0.69 - 1.24)	0.60	0.96 \pm 0.07 (0.89 - 1.08)
22	0.95 \pm 0.12 (0.82 \pm 1.04)	0.97 \pm 0.2 (0.69 - 1.16)	0.61	0.95 \pm 0.06 (0.86 - 1.01)
24	0.94 \pm 0.15 (0.77 - 1.03)	0.96 \pm 0.24 (0.61 - 1.03)	0.59	0.96 \pm 0.07 (0.86 - 1.04)
26	0.94 \pm 0.09 (0.84 - 1.02)	0.97 \pm 0.23 (0.65 - 1.16)	0.58	0.99 \pm 0.09 (0.86 - 1.10)

Fortsetzung Tab. 6

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
28	0.95 ± 0.11 (0.83 - 1.04)	0.98 ± 0.24 (0.64 - 1.15)	0.57	1.00 ± 0.09 (0.87 - 1.09)
30	0.98 ± 0.09 (0.89 - 1.06)	0.98 ± 0.25 (0.65 - 1.23)	0.57	1.00 ± 0.08 (0.88 - 1.07)
32	0.95 ± 0.09 (0.86 - 1.04)	0.97 ± 0.21 (0.68 - 1.14)	0.61	1.02 ± 0.11 (0.88 - 1.13)
34	1.00 ± 0.1 (0.92 - 1.11)	0.95 ± 0.22 (0.65 - 1.13)	0.67	1.02 ± 0.09 (0.92 - 1.08)
36	0.98 ± 0.11 (0.89 - 1.1)	0.99 ± 0.22 (0.71 - 1.12)	0.69	1.04 ± 0.09 (0.93 - 1.17)
38	1.04 ± 0.12 (0.95 - 1.17)	1.00 ± 0.20 (0.75 - 1.23)	0.74	1.04 ± 0.10 (0.93 - 1.19)
40	0.98 ± 0.11 (0.88 - 1.09)	0.98 ± 0.14 (0.78 - 1.08)	0.78	1.10 ± 0.11 (0.98 - 1.19)
42	1.06 ± 0.13 (0.97 - 1.21)	1.00 ± 0.15 (0.78 - 1.13)	0.78	1.08 ± 0.09 (0.99 - 1.18)
44	1.10 ± 0.14 (0.99 - 1.25)	1.03 ± 0.13 (0.87 - 1.19)	0.79	1.07 ± 0.09 (0.99 - 1.16)
46	1.06 ± 0.08 (0.98 - 1.14)	1.06 ± 0.15 (0.90 - 1.25)	0.90	1.09 ± 0.09 (0.95 - 1.18)
48	1.06 ± 0.1 (0.97 - 1.17)	1.07 ± 0.1 (0.98 - 1.16)	0.90	1.11 ± 0.10 (1 - 1.27)
72	1.12 ± 0.12 (1.00 - 1.23)	1.15 ± 0.12 (1.04 - 1.32)	0.90	1.07 ± 0.07 (0.99 - 1.17)
96	1.12 ± 0.12 (1.00 - 1.23)	1.15 ± 0.12 (1.04 - 1.32)	0.90	1.07 ± 0.07 (0.99 - 1.08)

6.3.4.2. Anorganisches Phosphat

Der Kurvenverlauf der vier Gruppen unterschied sich signifikant (Abb. 21, Tab. 7 und Tab. 8). Da jedoch in der Gruppe D nur ein Wert vorhanden ist, weist die statistische Analyse einen tiefen Power auf (< 0.8). Die Mittelwerte der Gruppen B, C und E waren unmittelbar nach der Geburt leicht erniedrigt und lagen im Bereich von 0.99 bis 1.32 mmol/l. Die Gruppen B und C wiesen einen ähnlichen Verlauf auf: Sie bewegten sich ab 8 bis 44 Stunden (Gruppe B) bzw. bis 48 Stunden (Gruppe C) im hypophosphatämischen Bereich, danach normalisierten sich die Werte. Die Kuh der Gruppe D wies zum Zeitpunkt 0 eine Hyperphosphatämie mit einer Phosphatkonzentration von 2.64 mmol/l auf. Bei den Kühen der Gruppen B und D war der Phosphatverlauf ähnlich. Die Phosphatkonzentrationen lagen bis zur Stunde 46 (Gruppe B) bzw. 48 (Gruppe C) im subnormalen bzw. im hypophosphatämischen Bereich. Erst danach kam es zur Normalisierung der Phosphatkonzentration. Bei der Kuh der Gruppe D mit der Hyperphosphatämie stieg die Phosphatkonzentration weiter an, um nach 8 Stunden einen Wert von 4.01 mmol/l zu erreichen. Dann sank die Phosphatkonzentration langsam wieder ab, bis sie 40 Stunden nach der Geburt wieder Normalwerte erreichte. Die Phosphatkonzentrationen der Gruppe E stiegen nach der Verabreichung von Phosphat von 1.00 mmol/l zum Zeitpunkt 0 auf 2.48 mmol/l zum Zeitpunkt 20 Stunden an (Differenz $P < 0.05$) und hielten sich danach im Normalbereich (Power 0.363).

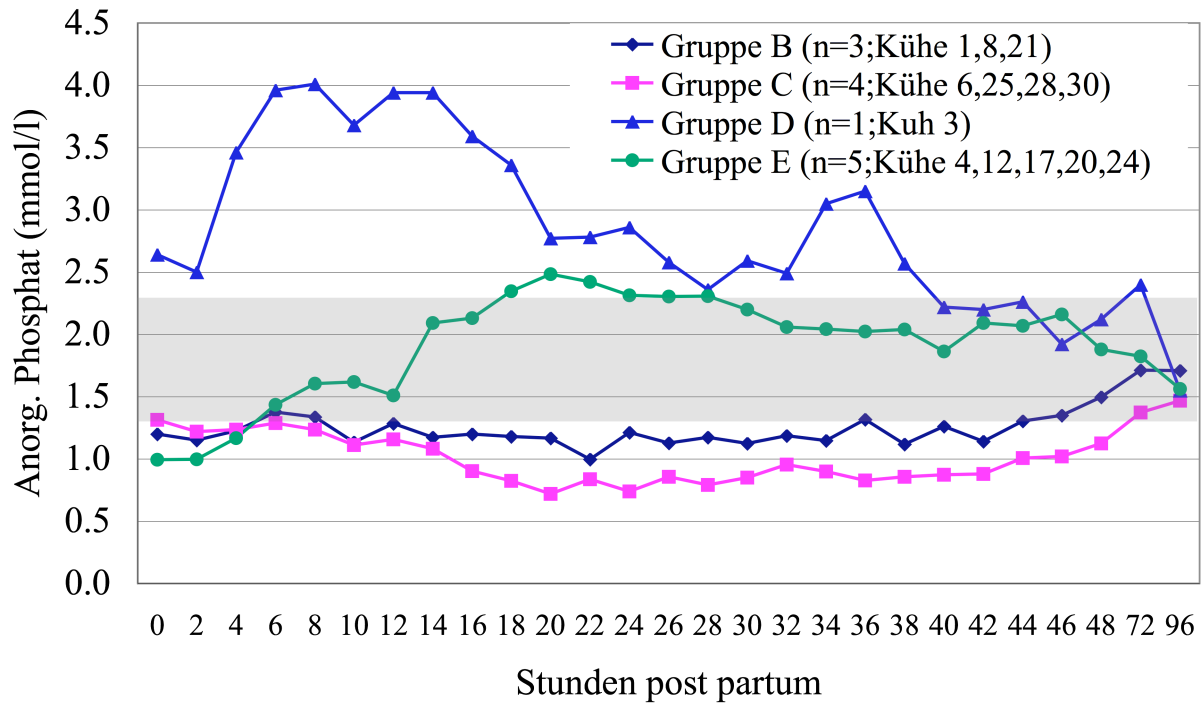


Abb. 21: Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentration nach der Geburt bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum. Der graue Balken markiert den Normalbereich für anorganisches Phosphat ($P = 1.3 - 2.3 \text{ mmol/l}$).

Tab. 7: Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentration in mmol/l nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe D) oder Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe E) per os 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwert \pm Standardabweichung sowie Schwankungsbreite)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	1.20 \pm 0.95 (0.55 - 2.29)	1.32 \pm 0.48 (0.92 - 2.01)	2.64	0.99 \pm 0.45 (0.35 - 1.59)
2	1.15 \pm 1.07 (0.47 - 2.38)	1.22 \pm 0.36 (0.87 - 1.71)	2.50	1.00 \pm 0.46 (0.39 - 1.62)
4	1.23 \pm 1.09 (0.48 - 2.48)	1.24 \pm 0.24 (0.9 - 1.46)	3.46	1.17 \pm 0.43 (0.59 - 1.53)
6	1.38 \pm 0.88 (0.77 - 2.38)	1.29 \pm 0.25 (0.95 - 1.56)	3.96	1.43 \pm 0.32 (0.88 - 1.70)
8	1.34 \pm 0.89 (0.69 - 2.35)	1.24 \pm 0.29 (0.98 - 1.53)	4.01	1.61 \pm 0.43 (0.94 - 2.03)
10	1.13 \pm 0.83 (0.56 - 2.08)	1.11 \pm 0.22 (0.84 - 1.38)	3.68	1.62 \pm 0.38 (1.13 - 2.08)
12	1.28 \pm 0.82 (0.81 - 2.23)	1.16 \pm 0.11 (1.03 - 1.29)	3.94	1.51 \pm 0.30 (1.27 - 1.96)
14	1.17 \pm 0.61 (0.77 - 1.87)	1.08 \pm 0.24 (1.00 - 1.39)	3.94	2.09 \pm 0.52 (1.53 - 2.30)
16	1.20 \pm 0.51 (0.83 - 1.78)	0.90 \pm 0.19 (0.66 - 1.11)	3.59	2.13 \pm 0.51 (1.45 - 2.8)
18	1.18 \pm 0.61 (0.74 - 1.88)	0.82 \pm 0.12 (0.70 - 0.98)	3.36	2.35 \pm 0.34 (1.96 - 2.8)
20	1.20 \pm 0.96 (0.55 - 2.29)	1.32 \pm 0.49 (0.92 - 2.01)	2.77	0.99 \pm 0.46 (0.35 - 1.59)
22	1.15 \pm 1.08 (0.47 - 2.38)	1.22 \pm 0.37 (0.87 - 1.71)	2.78	1.00 \pm 0.47 (0.39 - 1.62)
24	1.23 \pm 1.10 (0.48 - 2.48)	1.24 \pm 0.25 (0.90 - 1.46)	2.86	1.17 \pm 0.44 (0.59 - 1.53)
26	1.38 \pm 0.89 (0.77 - 2.38)	1.29 \pm 0.26 (0.95 - 1.56)	2.58	1.43 \pm 0.33 (0.88 - 1.70)

Fortsetzung Tab. 7

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
28	1.34 ± 0.90 (0.69 - 2.35)	1.24 ± 0.30 (0.98 - 1.53)	2.36	1.61 ± 0.44 (0.94 - 2.03)
30	1.13 ± 0.84 (0.56 - 2.08)	1.11 ± 0.23 (0.84 - 1.38)	2.59	1.62 ± 0.39 (1.13 - 2.08)
32	1.28 ± 0.83 (0.81 - 2.23)	1.16 ± 0.12 (1.03 - 1.29)	2.49	1.51 ± 0.31 (1.27 - 1.96)
34	1.17 ± 0.62 (0.77 - 1.87)	1.08 ± 0.25 (1.00 - 1.39)	3.05	2.09 ± 0.53 (1.53 - 2.30)
36	1.20 ± 0.52 (0.83 - 1.78)	0.90 ± 0.20 (0.66 - 1.11)	3.15	2.13 ± 0.52 (1.45 - 2.80)
38	1.20 ± 0.96 (0.55 - 2.29)	1.32 ± 0.49 (0.92 - 2.01)	2.57	0.99 ± 0.46 (0.35 - 1.59)
40	1.15 ± 1.08 (0.47 - 2.38)	1.22 ± 0.37 (0.87 - 1.71)	2.22	1.00 ± 0.47 (0.39 - 1.62)
42	1.23 ± 1.10 (0.48 - 2.48)	1.24 ± 0.25 (0.90 - 1.46)	2.20	1.17 ± 0.44 (0.59 - 1.53)
44	1.38 ± 0.89 (0.77 - 2.38)	1.29 ± 0.26 (0.95 - 1.56)	2.26	1.43 ± 0.33 (0.88 - 1.70)
46	1.34 ± 0.90 (0.69 - 2.35)	1.24 ± 0.30 (0.98 - 1.53)	1.92	1.61 ± 0.44 (0.94 - 2.03)
48	1.13 ± 0.84 (0.56 - 2.08)	1.11 ± 0.23 (0.84 - 1.38)	2.12	1.62 ± 0.39 (1.13 - 2.08)
72	1.28 ± 0.83 (0.81 - 2.23)	1.16 ± 0.12 (1.03 - 1.29)	2.40	1.51 ± 0.31 (1.27 - 1.96)
96	1.17 ± 0.62 (0.77 - 1.87)	1.08 ± 0.25 (1.00 - 1.39)	1.55	2.09 ± 0.53 (1.53 - 2.3)

Tab. 8: Vergleich der Phosphat-Verlaufskurven im Bonferroni/Dunn-Test. Es sind nur die signifikanten Unterschiede in der Tabelle aufgeführt

Stunden p. p.	Gruppe	Gruppe	P-Wert
4	D	E	0.0071
6	B	D	0.0013
	C	D	0.0008
	D	E	0.0011
8	B	D	0.0019
	C	D	0.0012
	D	E	0.0026
10	B	D	0.0014
	C	D	0.0010
	D	E	0.0036
12	B	D	0.0005
	C	D	0.0003
	D	E	0.0007
14	B	D	0.0010
	C	D	0.0004
	D	E	0.0057
16	B	D	0.0010
	C	D	0.0003
	C	E	0.0022
18	B	D	0.0007
	B	E	0.0021
	C	D	0.0002
	C	E	0.0002
20	B	D	0.0054
	B	E	0.0011
	C	D	0.0010
	C	E	0.0001
22	B	D	0.0012
	B	E	0.0002
	C	D	0.0005
	C	E	0.0001
24	B	D	0.0077

Fortsetzung Tab. 8

Stunden p. p.	Gruppe	Gruppe	P-Wert
24	B	E	0.0057
	C	D	0.0014
	C	E	0.0003
26	B	E	0.0058
	C	D	0.0074
	C	E	0.0009
28	C	E	0.0017
30	B	E	0.0073
	C	D	0.0054
	C	E	0.0009
32	C	D	0.0047
	C	E	0.0016
34	B	D	0.0015
	C	D	0.0005
	C	E	0.0012
36	B	D	0.0046
	C	D	0.0008
	C	E	0.0023
38	C	D	0.0062
	C	E	0.0027
40	C	E	0.0030
42	C	E	0.0013
44	C	E	0.0028
46	C	E	0.0025

6.3.4.3. Magnesium

Der Verlauf der Magnesiumkonzentration ist für die Gruppen B, C, D und E gemeinsam in Abb. 22 und Tab. 9 dargestellt. Die Kühe der Gruppen B, C und E wiesen während der gesamten Untersuchung Magnesiumwerte innerhalb oder leicht oberhalb des Referenzbereichs auf. Die Verlaufskurven dieser 3 Gruppen unterschieden sich nicht signifikant, und es kam im Verlauf der Untersuchung zu

keiner signifikanten Zu- oder Abnahme der Magnesiumkonzentration. Bei der Kuh der Gruppe D kam es innerhalb von 2 Stunden nach der ersten Behandlung zum Absinken der vorerst normalen Magnesiumkonzentration in den hypomagnesämischen Bereich. Erst nach 96 Stunden wies die Kuh wieder eine Normomagnesämie auf.

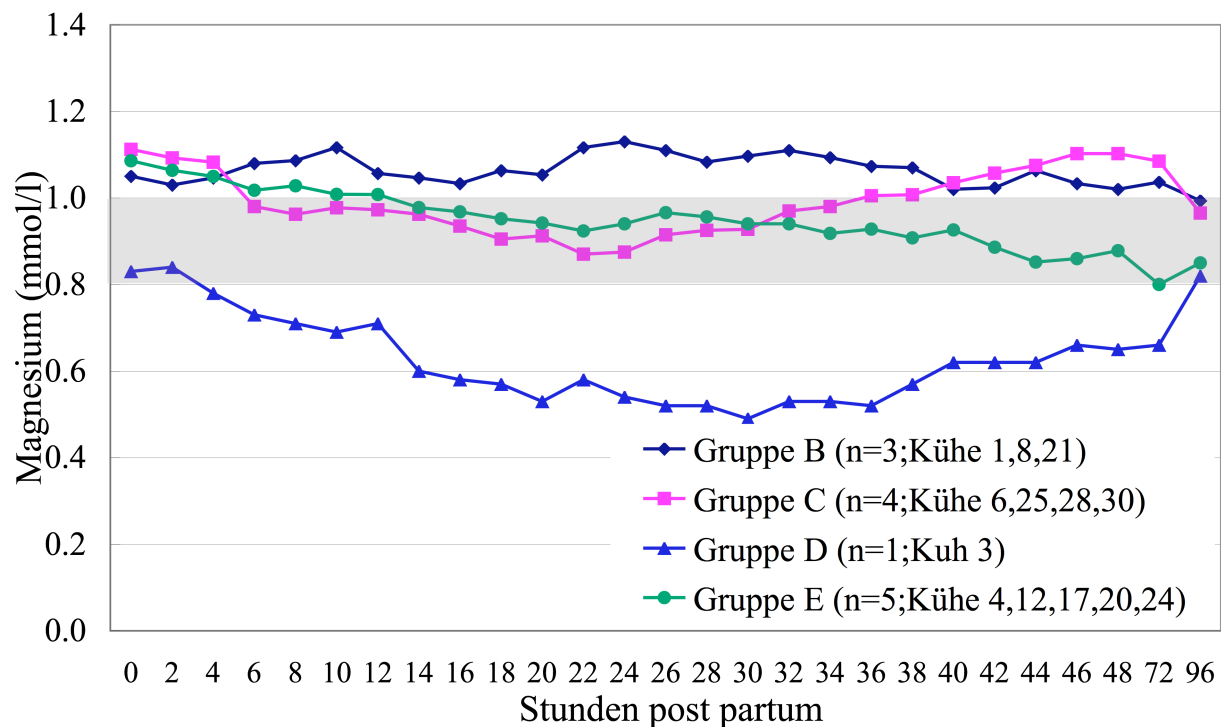


Abb. 22: Verlauf der Magnesiumkonzentration nach der Geburt bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum. Der graue Balken markiert den Normalbereich für Magnesium (0.8 – 1.0 mmol/l)

Tab. 9: Verlauf der Magnesiumkonzentration in mmol/l nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe D) oder Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe E) per os 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwert \pm Standardabweichung sowie Schwankungsbreite)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	1.05 \pm 0.17 (0.86 - 1.17)	1.11 \pm 0.18 (1.02 - 1.38)	0.83	1.09 \pm 0.20 (0.91 - 1.38)
2	1.03 \pm 0.13 (0.88 - 1.13)	1.09 \pm 0.20 (0.91 - 1.37)	0.84	1.06 \pm 0.17 (0.87 - 1.32)
4	1.05 \pm 0.15 (0.87 - 1.15)	1.08 \pm 0.16 (0.96 - 1.31)	0.78	1.05 \pm 0.18 (0.88 - 1.35)
6	1.08 \pm 0.15 (0.91 - 1.18)	0.98 \pm 0.07 (0.89 - 1.05)	0.73	1.02 \pm 0.23 (0.74 - 1.37)
8	1.09 \pm 0.13 (0.94 - 1.19)	0.96 \pm 0.09 (0.85 - 1.05)	0.71	1.03 \pm 0.18 (0.88 - 1.33)
10	1.12 \pm 0.17 (0.92 - 1.25)	0.98 \pm 0.10 (0.87 - 1.09)	0.69	1.01 \pm 0.21 (0.79 - 1.35)
12	1.06 \pm 0.21 (0.81 - 1.19)	0.97 \pm 0.11 (0.86 - 1.08)	0.71	1.01 \pm 0.19 (0.88 - 1.33)
14	1.05 \pm 0.18 (0.84 - 1.16)	0.96 \pm 0.12 (0.86 - 1.10)	0.60	0.98 \pm 0.18 (0.83 - 1.30)
16	1.03 \pm 0.21 (0.79 - 1.18)	0.94 \pm 0.11 (0.83 - 1.05)	0.58	0.97 \pm 0.19 (0.84 - 1.31)
18	1.06 \pm 0.19 (0.84 - 1.19)	0.91 \pm 0.11 (0.8 - 1.04)	0.57	0.95 \pm 0.21 (0.77 - 1.32)
20	1.05 \pm 0.19 (0.86 - 1.24)	0.91 \pm 0.09 (0.79 - 1.02)	0.53	0.94 \pm 0.23 (0.76 - 1.33)
22	1.12 \pm 0.25 (0.83 - 1.26)	0.87 \pm 0.12 (0.72 - 1.01)	0.58	0.92 \pm 0.21 (0.74 - 1.27)
24	1.13 \pm 0.18 (0.92 - 1.24)	0.88 \pm 0.14 (0.76 - 1.08)	0.54	0.94 \pm 0.21 (0.72 - 1.28)
26	1.11 \pm 0.27 (0.80 - 1.28)	0.92 \pm 0.09 (0.86 - 1.05)	0.52	0.97 \pm 0.21 (0.78 - 1.32)

Forsetzung Tab. 9

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
28	1.08 ± 0.25 (0.80 - 1.28)	0.93 ± 0.10 (0.81 - 1.04)	0.52	0.96 ± 0.23 (0.71 - 1.32)
30	1.10 ± 0.21 (0.86 - 1.22)	0.93 ± 0.90 (0.81 - 1.03)	0.49	0.94 ± 0.21 (0.73 - 1.28)
32	1.11 ± 0.21 (0.87 - 1.25)	0.97 ± 0.11 (0.87 - 1.13)	0.53	0.94 ± 0.23 (0.84 - 1.31)
34	1.09 ± 0.23 (0.83 - 1.23)	0.98 ± 0.12 (0.86 - 1.14)	0.53	0.92 ± 0.22 (0.74 - 1.28)
36	1.07 ± 0.19 (0.85 - 1.19)	1.01 ± 0.12 (0.94 - 1.18)	0.52	0.93 ± 0.20 (0.73 - 1.26)
38	1.07 ± 0.22 (0.82 - 1.23)	1.01 ± 0.17 (0.87 - 1.25)	0.57	0.91 ± 0.14 (0.78 - 1.14)
40	1.02 ± 0.12 (0.88 - 1.09)	1.04 ± 0.20 (0.93 - 1.33)	0.62	0.93 ± 0.14 (0.82 - 1.17)
42	1.02 ± 0.14 (0.86 - 1.13)	1.06 ± 0.18 (0.93 - 1.32)	0.62	0.89 ± 0.11 (0.78 - 1.06)
44	1.06 ± 0.17 (0.92 - 1.25)	1.08 ± 0.15 (0.97 - 1.29)	0.62	0.85 ± 0.11 (0.69 - 1.00)
46	1.03 ± 0.15 (0.93 - 1.21)	1.10 ± 0.18 (0.97 - 1.35)	0.66	0.86 ± 0.09 (0.73 - 0.94)
48	1.02 ± 0.13 (0.91 - 1.16)	1.10 ± 0.17 (0.95 - 1.32)	0.65	0.88 ± 0.10 (0.72 - 0.98)
72	1.04 ± 0.24 (0.80 - 1.27)	1.09 ± 0.14 (0.93 - 1.11)	0.66	0.80 ± 0.14 (0.60 - 0.96)
96	0.99 ± 0.24 (0.76 - 1.23)	0.97 ± 0.28 (0.67 - 1.31)	0.82	0.85 ± 0.13 (0.67 - 1.01)

6.3.4.4. Parathormon

Der Verlauf der Parathormonkonzentration ist für die Gruppen B, C, D und E gemeinsam in Abb. 23 und Tab. 10 dargestellt. Unmittelbar nach der Geburt waren die Parathormonwerte der Gruppen B und C tiefer als diejenigen der Gruppen D

und E. Die Werte der Gruppe B bewegten sich daraufhin nur leicht nach oben und zeigten nach 48 Stunden ein Maximum von 3500 pg/ml. Auch die Werte der Gruppe C stiegen nur leicht an und erreichten ihren Höchstwert von 3000 pg/ml nach rund 30 Stunden. Die Werte der Gruppe E sanken nach ihrem anfänglich hohen Wert ab und lagen nach 96 Stunden bei 70 pg/ml. Die grössten Schwankungen zeigte die Kuh der Gruppe D mit drei hohen, kurzfristigen Peaks nach 16, 24 und 40 Stunden, von denen der höchste 8332 pg/ml betrug. Die Gruppen unterschieden sich bezüglich ihres Verlaufs signifikant (Differenz $P < 0.05$; Power 0.153).

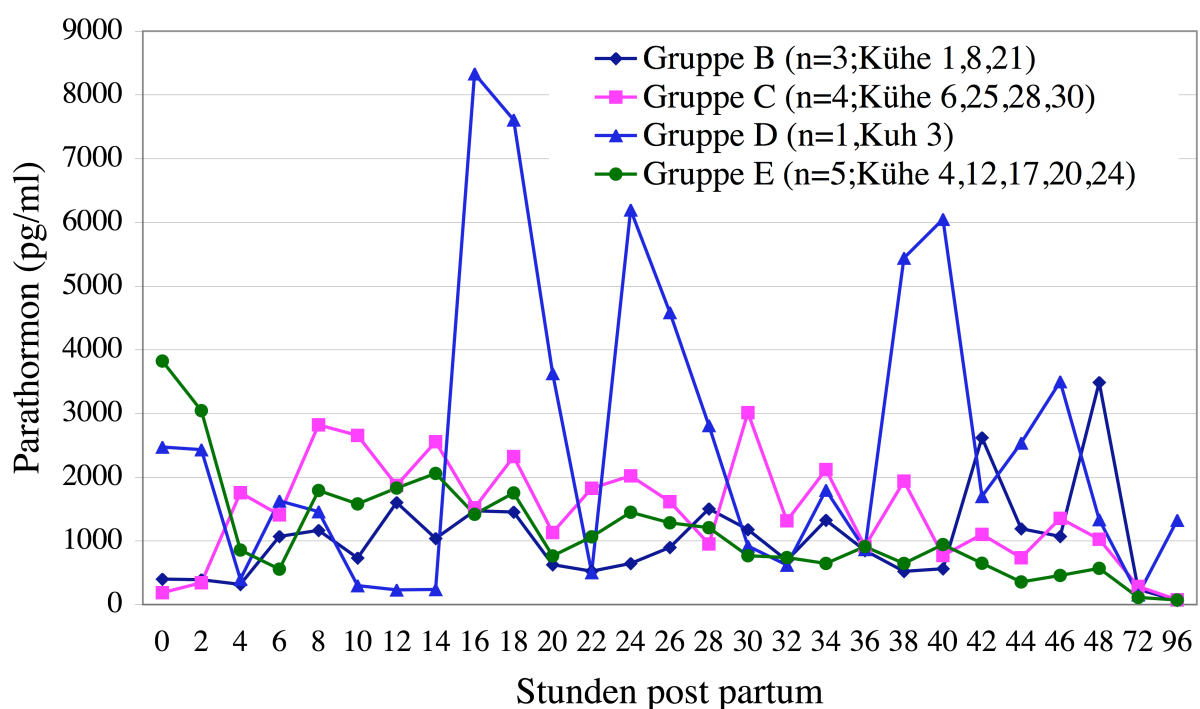


Abb. 23: Verlauf der Parathormonhormonkonzentration bei den nicht festliegenden Kühen nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum

Tab. 10: Verlauf der Parathormonkonzentration in pg/ml nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe D) oder Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe E) per os 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwerte \pm Standardabweichungen sowie Schwankungsbreiten)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	400 \pm 349 (115 - 789)	186 \pm 96 (84 - 278)	2473	3842 \pm 6985 (80 - 14309)
2	388 \pm 377 (99 - 814)	342 \pm 293 (137 - 761)	2432	2533 \pm 4258 (33 - 8904)
4	314 \pm 308 (79 - 663)	1754 \pm 1723 (328 - 4022)	395	706 \pm 928 (83 - 2051)
6	1069 \pm 444 (641 - 1528)	1408 \pm 1540 (32 - 2183)	1626	514 \pm 523 (84 - 1224)
8	1166 \pm 1088 (241 - 2365)	2821 \pm 3467 (151 - 3015)	1458	1626 \pm 1894 (55 - 2442)
10	731 \pm 900 (142 - 1767)	2653 \pm 2241 (161 - 3795)	296	1267 \pm 1053 (183 - 2828)
12	1601 \pm 1015 (447 - 2359)	1870 \pm 1962 (38 - 3769)	231	1922 \pm 1524 (116 - 3844)
14	1038 \pm 310 (759 - 1372)	2554 \pm 2808 (161 - 6426)	236	2163 \pm 2017 (139 - 4786)
16	1470 \pm 1104 (205 - 2235)	1518 \pm 1402 (138 - 3249)	8332	1463 \pm 1511 (180 - 3528)
18	1450 \pm 1009 (373 - 2374)	2323 \pm 3004 (146 - 6683)	7610	1662 \pm 1355 (128 - 2993)
20	624 \pm 595.42 (191 - 1303)	1129 \pm 950 (333 - 2484)	3627	912 \pm 771 (133 - 1766)
22	522 \pm 417 (277 - 1003)	1824 \pm 2356 (31 - 5293)	500	1011 \pm 792 (89 - 2021)
24	643 \pm 441 (166 - 1035)	2019 \pm 1270 (272 - 3193)	6197	14271 \pm 1443 (92 - 3458)
26	896 \pm 584 (338 - 1502)	1615 \pm 1571 (228 - 2954)	4583	1078 \pm 872 (58 - 2109)

Fortsetzung Tab. 10:

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
28	1501 ± 1644 (313 - 3377)	949 ± 1005 (192 - 2350)	2812	1463 ± 1537 (74 - 3645)
30	1176 ± 720 (462 - 1901)	3012 ± 2592 (61 - 5479)	918	915 ± 905 (10 - 2168)
32	691 ± 470 (171 - 1087)	1314 ± 1677 (124 - 3751)	619	893 ± 716 (0 - 1594)
34	1323 ± 1858 (230 - 3468)	2117 ± 1989 (399 - 4782)	1795	790 ± 828 (0 - 1742)
36	849 ± 970 (212 - 1966)	911 ± 459 (575 - 1584)	866	1130 ± 761 (0 - 1607)
38	519 ± 552 (174 - 1156)	1937 ± 1653 (348 - 3999)	5438	790 ± 618 (55 - 1439)
40	563 ± 678 (127 - 1344)	768 ± 446 (106 - 1075)	6049	1171 ± 894 (26 - 2078)
42	2618 ± 2468 (99 - 5031)	1100 ± 880 (319 - 2364)	1697	796 ± 592 (53 - 1551)
44	1189 ± 1660 (31 - 3091)	733 ± 442 (86 - 1038)	2536	424 ± 323 (0 - 779)
46	1070 ± 1640 (95 - 2963)	1351 ± 1499 (240 - 3483)	3500	565 ± 503 (0 - 1035)
48	3489 ± 3005 (145 - 5963)	1023 ± 1498 (116 - 3253)	1333	693 ± 549 (0 - 1343)
72	236 ± 352 (32 - 642)	285 ± 121 (34 - 610)	153	137 ± 142 (0 - 165)
96	67 ± 56 (20 - 129)	74 ± 77 (0 - 156)	1324	87 ± 100 (0 - 231)

Der Kurvenverlauf der vier Gruppen unterschied sich zu den in der Tab. 11 aufgeführten Zeitpunkten zwischen den jeweiligen Gruppen signifikant ($P < 0.01$).

Tab. 11: Vergleich der Parathormon-Verlaufskurven im Bonferroni/Dunn-Test.
Es sind nur die signifikanten Unterschiede in der Tabelle aufgeführt

Stunden p.p.	Gruppe	Gruppe	P-Wert
16	B	D	0.0013
	C	D	0.0011
	D	E	0.0009
24	B	D	0.0021
	D	E	0.0040
38	B	D	0.0033
	D	E	0.0028
40	B	D	0.0001
	C	D	0.0001
	D	E	0.0001
96	B	D	0.0001
	C	D	0.0001
	D	E	0.0001

6.3.4.5. Creatin-Kinase

Der Verlauf der Creatin-Kinase-Aktivität ist für die Gruppen B, C, D und E in Abb. 24 und Tab. 12 gemeinsam dargestellt. Die Creatin-Kinase-Aktivität lag nach Geburt für alle Gruppen im Bereich von 135 U/l bis 332 U/l. Bei den Gruppen B, C und E bewegten sich die Werte bis 96 Stunden post partum zwischen 120 und 485 U/l. Die Kuh der Gruppe D wies bis 30 Stunden post partum Werte unter 600 U/l auf. Danach stieg die Aktivität bis auf 1238 U/l an, bevor sie zum Zeitpunkt 96 Stunden auf 520 U/l sank. Zwischen 36 und 48 Stunden post partum war die Creatin-Kinase-Aktivität der Kuh der Gruppe D gegenüber allen anderen Gruppen signifikant erhöht.

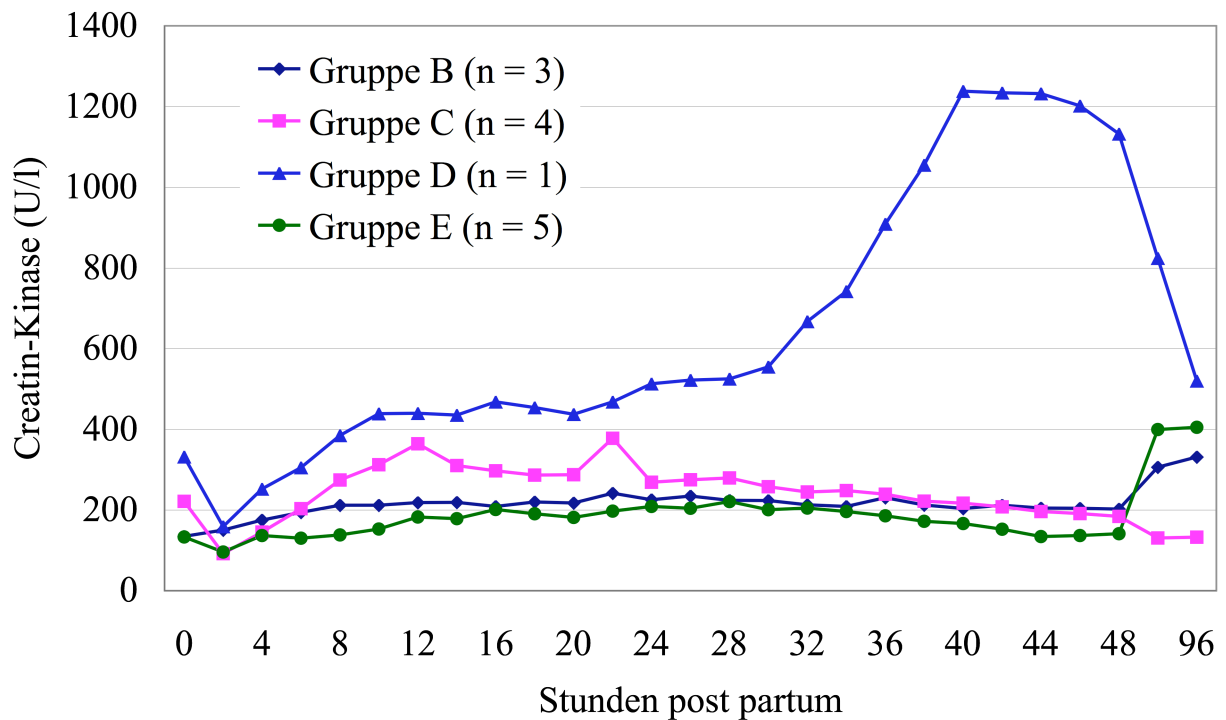


Abb. 24: Verlauf der Creatin-Kinase-Aktivität bei den nicht festliegenden Kühen nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum

Tab. 12: Verlauf der Creatin-Kinase-Aktivität in U/l nach der Geburt ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe D) oder Kalziumchlorid und Natriumdihydrogenphosphat (Gruppe E) per os 0 und 12 Stunden post partum (Mittelwert \pm Standardabweichung sowie Schwankungsbreiten)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	135 \pm 43 (86 - 168)	222 \pm 274 (79 - 633)	332	133 \pm 1087 (66 - 319)
2	150 \pm 30 (116 - 173)	92 \pm 24 (56 - 108)	159	96 \pm 38 (56 - 102)
4	175 \pm 30 (145 - 204)	145 \pm 39 (108 - 199)	252	137 \pm 65 (51 - 205)
6	194 \pm 12 (203 - 181)	203 \pm 113 (128 - 371)	305	130 \pm 76 (70 - 246)
8	212 \pm 15 (195 - 225)	275 \pm 244 (126 - 639)	385	138 \pm 74 (70 - 256)
10	212 \pm 10 (202 - 221)	312 \pm 305 (137 - 769)	439	153 \pm 103 (66 - 320)
12	218 \pm 7 (212 - 226)	364 \pm 303 (155 - 804)	440	182 \pm 172 (66 - 478)
14	219 \pm 12 (208 - 232)	310 \pm 294 (135 - 750)	435	179 \pm 175 (65 - 481)
16	209 \pm 15 (193 - 222)	297 \pm 250 (158 - 672)	468	201 \pm 215 (66 - 578)
18	220 \pm 6 (213 - 224)	286 \pm 228 (158 - 626)	454	191 \pm 200 (66 - 540)
20	217 \pm 20 (196 - 235)	287 - 208 (166 - 599)	437	182 \pm 181 (66 - 496)
22	242 \pm 23 (218 - 264)	378 \pm 231 (163 - 579)	468	197 \pm 218 (63 - 579)
24	226 \pm 30 (200 - 258)	269 \pm 201 (140 - 568)	513	209 \pm 235 (63 - 621)
26	235 \pm 29 (210 - 267)	275 \pm 198 (167 - 572)	522	204 \pm 226 (57 - 601)

Fortsetzung Tab. 12

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
28	224 - 25 (206 - 253)	279 ± 198 (169 - 576)	525	221 ± 272 (52 - 700)
30	224 ± 41 (194 - 206)	258 ± 159 (174 - 496)	555	201 ± 232 (52 - 608)
32	213 ± 32 (193 - 250)	245 ± 146 (158 - 464)	667	205 ± 246 (47 - 638)
34	209 ± 36 (182 - 250)	248 ± 156 (148 - 481)	742	196 ± 227 (48 - 595)
36	231 ± 39 (188 - 264)	239 ± 136 (155 - 443)	909	185 ± 214 (42 - 560)
38	212 ± 58 (175 - 279)	222 ± 130 (145 - 416)	1055	172 ± 193 (42 - 509)
40	204 ± 64 (156 - 276)	217 ± 123 (141 - 400)	1238	166 ± 180 (46 - 481)
42	212 ± 79 (161 - 303)	208 ± 112 (138 - 373)	1234	152 ± 156 (43 - 423)
44	205 ± 85 (145 - 302)	196 ± 89 (137 - 328)	1232	134 ± 123 (42 - 344)
46	204 ± 90 (149 - 308)	191 ± 88 (138 - 322)	1202	137 ± 131 (44 - 364)
48	202 ± 96 (138 - 313)	184 ± 84 (137 - 310)	1132	141 ± 139 (44 - 383)
72	306 ± 310 (114 - 664)	131 ± 37 (99 - 181)	824	400 ± 734 (41 - 1711)
96	331 ± 334 (130 - 717)	133 ± 58 (73 - 212)	520	405 ± 748 (37 - 1742)

6.3.5. Ausscheidung von Kalzium, anorganischem Phosphat und Magnesium mit dem Harn

6.3.5.1. Fraktionelle Exkretion von Kalzium

Die fraktionelle Exkretionsrate von Kalzium (FE_{Ca}) der vier Gruppen lag nach der Geburt zwischen 0.14 und 0.62 % (Abb. 25 und Tab. 13). Die Werte der folgenden Messungen bewegten sich zwischen 0.07 und 0.30 % und unterschieden sich nicht signifikant vom 0-Wert. Zwischen den verschiedenen Behandlungsgruppen bestand kein signifikanter Unterschied.

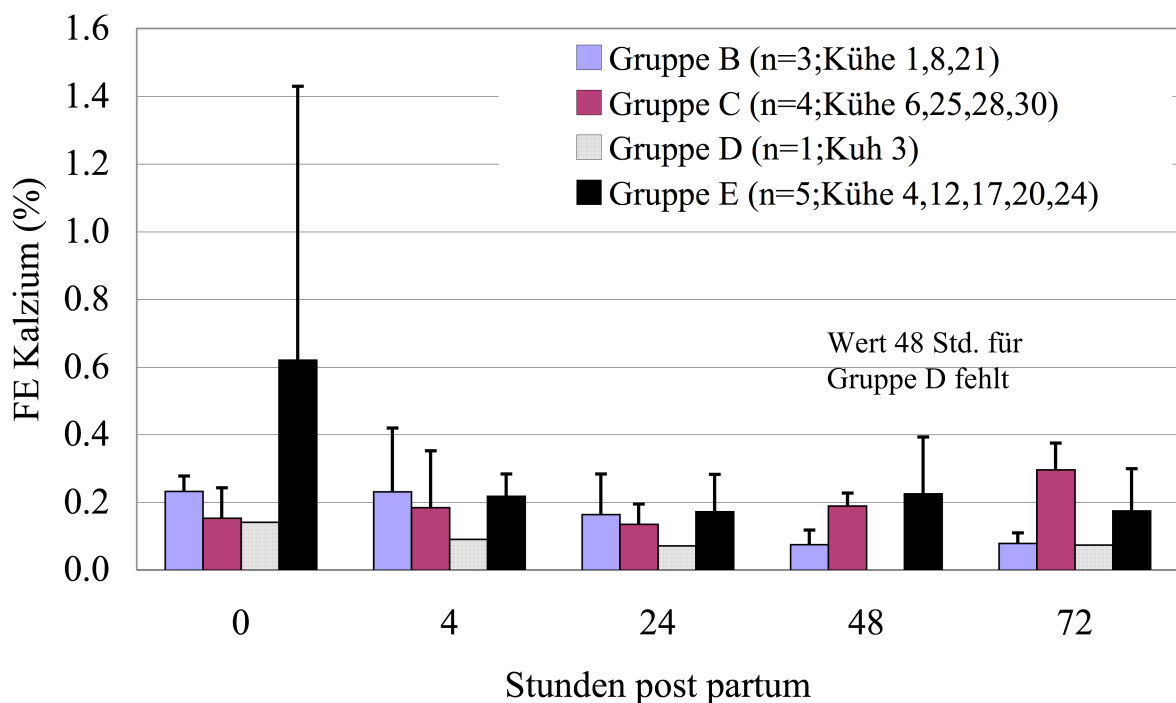


Abb. 25: Fraktionelle Exkretionsrate von Kalzium (FE_{Ca}) post partum bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum

Tab. 13: Fraktionelle Exkretion von Kalzium (Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungen, alle Angaben in Prozent)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	0.23 ± 0.05 (0.18 - 0.26)	0.15 ± 0.09 (0.07 - 0.15)	0.14	0.62 ± 0.81 (0.07 - 2.02)
4	0.23 ± 0.19 (0.08 - 0.44)	0.18 ± 0.17 (0.04 - 0.42)	0.09	0.22 ± 0.07 (0.15 - 0.28)
24	0.16 ± 0.12 (0.08 - 0.3)	0.14 ± 0.06 (0.08 - 0.22)	0.07	0.17 ± 0.11 (0.03 - 0.26)
48	0.07 ± 0.04 (0.03 - 0.11)	0.19 ± 0.06 (0.15 - 0.24)	fehlt	0.22 ± 0.17 (0.03 - 0.48)
72	0.08 ± 0.03 (0.04 - 0.1)	0.30 ± 0.08 (0.22 - 0.38)	0.07	0.17 ± 0.12 (0.11 - 0.38)

6.3.5.2. Fraktionelle Exkretion von anorganischem Phosphat

Die fraktionelle Exkretion von anorganischem Phosphat (FE_P) der vier Gruppen lag nach der Geburt zwischen 0.04 und 1.48 % (Abb. 26 und Tab. 14). Nach 24 Stunden zeigte die Gruppe D (2.84 %) eine tendenzielle, aber nicht signifikante Zunahme der FE_P . Die Steigerung der FE_P innerhalb der Gruppe E war signifikant ($P < 0.05$).

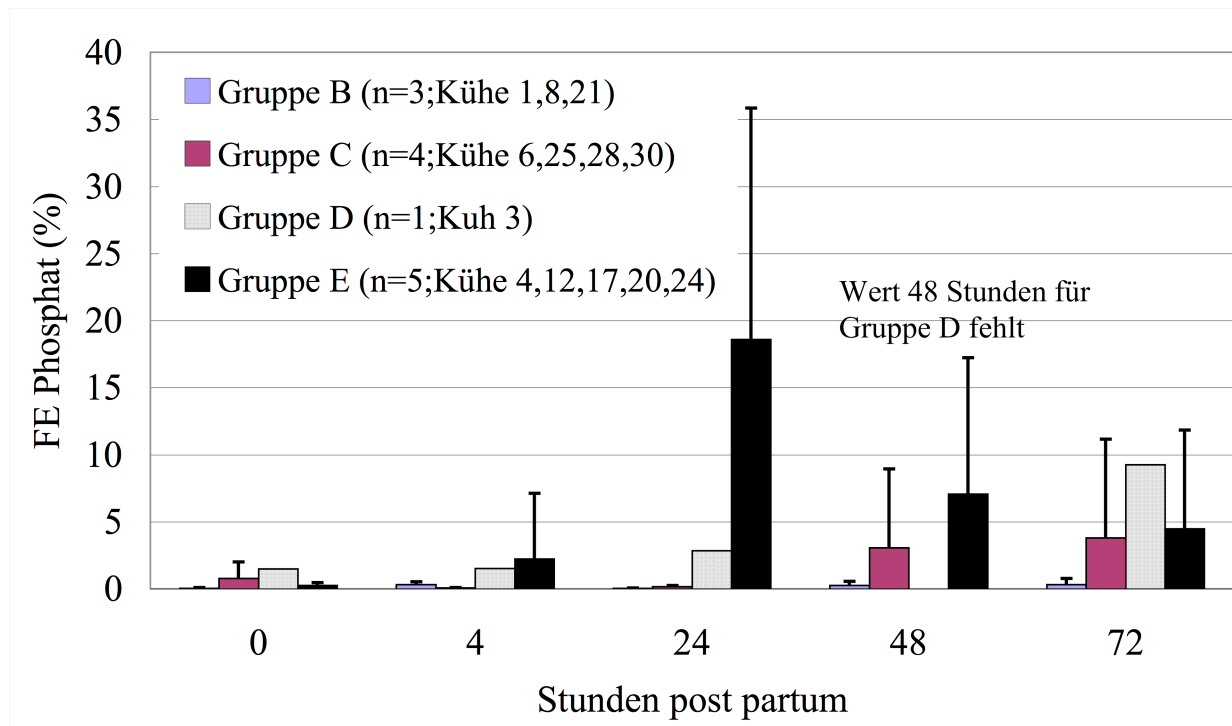


Abb. 26: FE_P post partum bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum

Tab. 14: Fraktionelle Exkretion von anorganischem Phosphat (Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungen, alle Angaben in Prozent)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	0.04 ± 0.04 (0.02 - 0.09)	0.76 ± 1.24 (0.14 - 2.61)	1.48	0.24 ± 0.21 (0.06 - 0.58)
4	0.31 ± 0.20 (0.12 - 0.53)	0.06 ± 0.04 (0.03 - 0.11)	1.52	2.23 ± 4.88 (0.01 - 10.95)
24	0.04 ± 0.03 (0.02 - 0.07)	0.15 ± 0.10 (0.03 - 0.23)	2.84	18.59 ± 17.26 (0.07 - 47.02)
48	0.24 ± 0.32 (0.04 - 0.61)	3.06 ± 5.86 (0.05 - 11.86)	fehlt	7.07 ± 10.17 (0.08 - 24.91)
72	0.32 ± 0.44 (0.05 - 0.83)	3.80 ± 7.37 (0.05 - 14.86)	9.23	4.47 ± 7.35 (0.07 - 17.44)

6.3.5.3. Fraktionelle Exkretion von Magnesium

Die fraktionelle Exkretion von Magnesium (FE_{Mg}) der vier Gruppen lag unmittelbar nach Geburt zwischen 2.09 und 4.98 % (Abb. 27 und Tab. 15). Nach vier Stunden zeigten die Gruppen B, C und E eine Zunahme, nach 24 Stunden eine Abnahme. Den Höchstwert erreichte die Gruppe C mit 8.40 % nach 72 Stunden. Die Gruppen B, C, D und E zeigten bezüglich der FE_{Mg} keine signifikanten Unterschiede.

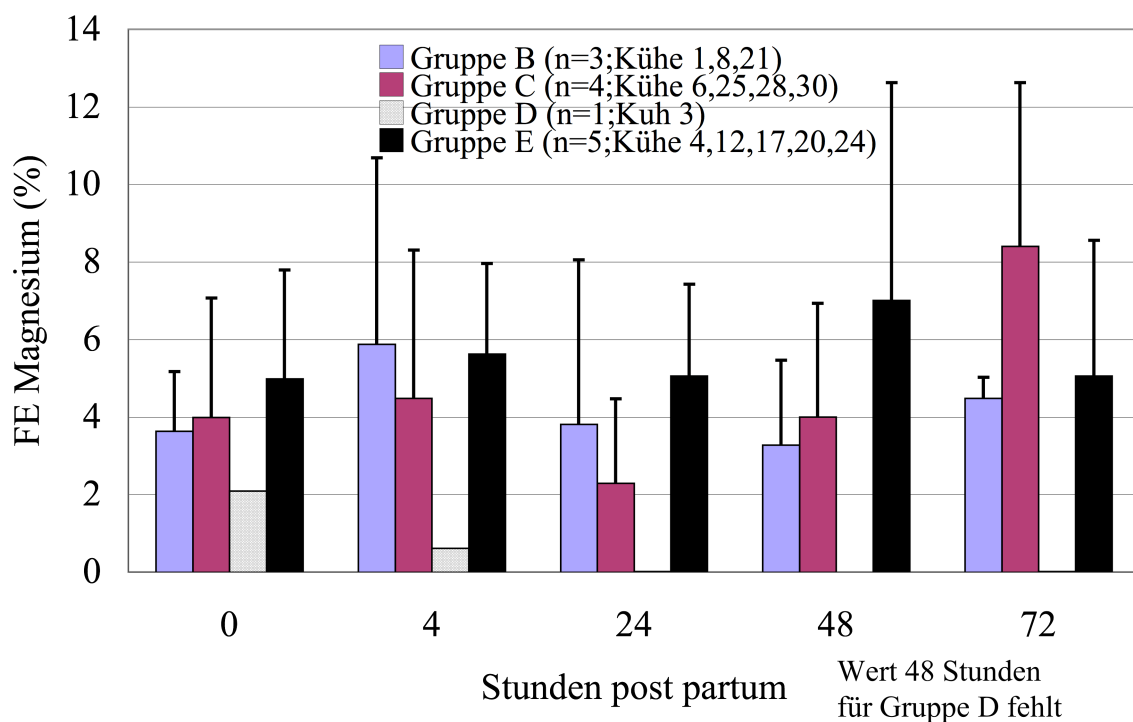


Abb. 27: FE_{Mg} post partum bei den nicht festliegenden Kühen ohne prophylaktische Behandlung (Gruppe B), nach Verabreichung von Kalziumchlorid per os (Gruppe C), Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe D) oder Kalziumchlorid- und Natriumdihydrogenphosphat per os (Gruppe E) 0 und 12 Stunden post partum

Tab. 15: Fraktionelle Exkretion von Magnesium (Mittelwert, Standardabweichungen und Schwankungen, alle Angaben in Prozent)

Stunden p. p.	Gruppe B (n = 3)	Gruppe C (n = 4)	Gruppe D (n = 1)	Gruppe E (n = 5)
0	3.63 ± 1.54 (2.20 - 5.26)	0.14 ± 0.06 (0.08 - 0.22)	2.09	4.98 ± 2.81 (2.58 - 9.46)
4	5.87 ± 4.81 (2.70 - 11.41)	3.99 ± 3.08 (1.04 - 7.53)	0.61	5.62 ± 2.34 (2.85 - 9.30)
24	3.8 ± 4.25 (0.8 - 8.67)	2.28 ± 2.18 (0.72 - 5.39)	0.01	5.05 ± 2.37 (0.84 - 6.40)
48	3.27 ± 2.19 (1.88 - 5.79)	4.00 ± 2.93 (0.91 - 7.92)	fehlt	7.00 ± 5.62 (0.37 - 12.77)
72	4.48 ± 0.54 (3.90 - 4.96)	8.40 ± 4.23 (2.27 - 11.46)	0.01	5.05 ± 3.50 (1.57 - 8.96)

7. DISKUSSION

7.1. Tiergruppe A: Gesunde, im Vorjahr nicht an Gebärpause erkrankte Kühe

Mit der Untersuchung der drei eigenen Kühe sollte abgeklärt werden, ob und wie gesunde, im Vorjahr nicht an Gebärpause erkrankte Kühe, auf die prophylaktische perorale Verabreichung von Kalziumchlorid, Natriumdihydrogenphosphat oder beiden Präparaten reagieren. Klinisch zeigte keine der drei Kühe weder vor noch nach der Geburt irgendwelche Krankheitsanzeichen, insbesondere keine Symptome von Gebärpause.

Zwei Kühe wiesen zum Zeitpunkt der Geburt eine deutliche Hypokalzämie auf. Nach der Behandlung bewegten sich die Kalziumkonzentrationen bei allen drei Kühen intermittierend im hypokalzämischen Bereich, obschon bei den Kühen 1 und 3 Kalziumchlorid peroral verabreicht worden war. Da die Serumkonzentrationen nur alle zwei Stunden gemessen wurden, wäre ein kurzzeitiger steiler Anstieg nach der peroralen Kalziumgabe eventuell nicht erkennbar gewesen. In der Untersuchung von GOFF (1999) war die Serum-Kalziumkonzentration eine halbe Stunde nach peroraler Verabreichung von 50 g Kalzium in 250 ml Wasser am höchsten und sank in der folgenden halben Stunde deutlich ab; trotzdem waren die Werte auch zwei Stunden nach Verabreichung noch um 0.4 mmol/l höher als der Ausgangswert. Eine solche Erhöhung war bei unseren Kontrolltieren nicht erkennbar. Der Grund dafür war eventuell die stärkere Verdünnung des Kalziums mit 500 statt mit 250 ml Wasser wie von GOFF (1999) beschrieben. Erstaunlich ist, dass nicht die Kuh 2, die mit Natriumdihydrogenphosphat allein behandelt worden war, die tiefsten Kalziumwerte post partum aufwies, sondern die Kuh 3 nach der kombinierten Behandlung. Eine Erklärung dafür liegt eventuell im individuell unterschiedlichen Metabolismus. Die Kuh 3 hatte auf die Hypokalzämie auch mit einer deutlich erhöhten Parathormonausschüttung reagiert.

Im Gegensatz zum Kalziumverlauf war beim Verlauf des anorganischen Phosphats 2 und 14 Stunden post partum ein deutlicher Anstieg der Serum-Phosphatwerte erkennbar. Dieser war bei der Kuh 2, die mit Natriumphosphat behandelt wurde, zwischen 12 und 14 Stunden post partum am stärksten. In den Untersuchungen von CHENG et al. (1998), der nicht wie wir 70 g, sondern nur 50 g Phosphat verabreichte, war bereits eine Stunde nach Verabreichung ein Anstieg um 0.8 mmol anorganisches Phosphat/l Serum zu beobachten. Dieser war vergleichbar mit dem 12-Stunden Wert der Kuh 2, die Natriumphosphat erhalten hatte. Bei dieser Kuh blieb die Hyperphosphatämie bis 44 Stunden post partum bestehen. Die Kuh 3, die mit beiden Salzen per os behandelt wurde, blieb in der anorganischen Phosphatkonzentration im Normbereich. Anders als in der Dissertation von DUMELIN (2005), die Kalzium intravenös verabreichte, war der Anstieg der Serum-Phosphatkonzentration nach der Verabreichung von Natriumphosphat allein bei unseren Kontrolltieren deutlich stärker als in Kombination mit Kalzium. Dies deutet auf eine leicht abweichende Verstoffwechslung bei der Kuh 3 hin.

Interessant waren die individuell stark unterschiedlichen Parathormonkonzentrationen der drei Kühe. Die Kuh mit der kombinierten Behandlung zeigte bis 30 Stunden post partum die deutlichsten Ausschläge. Diese können als Reaktion auf die bis 30 Stunden post partum dauernde deutliche Hypokalzämie interpretiert werden. Weshalb die anderen beiden Kühe, die ebenfalls, wenn auch nicht so stark, hypokalzämisch waren, keine so deutlichen Parathormonausschüttungen zeigten, ist uns nicht klar. Aufgrund einer anderen Methode der Parathormonmessung als in den Dissertationen von CHIAPPI (2003) und DUMELIN (2005) konnten die absoluten Werte nicht miteinander verglichen werden.

7.2. Tiergruppen B, C, D und E: Im Vorjahr an Gebärpause erkrankte Kühe

7.2.1. Klinische Befunde ante partum

Die klinischen Befunde ante partum der 32 Versuchskühe waren unauffällig. Es konnten weder Unterschiede bezüglich der Behandlungsgruppen noch bezüglich post partum an Gebärpause erkrankter und nicht erkrankter Kühe gefunden werden. Da bei den Elektrolytwerten auch erst bei der letzten Messung vor Geburt erste Unterschiede auftraten, waren die klinischen Untersuchungen, die alle 24 Stunden gemacht wurden, vermutlich zu weit vom Geburtstermin entfernt, um einen Hinweis auf eine drohende Gebärpause zu geben. Vor allem aber wurden die klinischen Parameter durch die bevorstehende Geburt vermutlich viel stärker beeinflusst als durch eine eventuell später auftretende Gebärpause.

7.2.2. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum ante partum

7.2.2.1. Kalzium, Magnesium, Phosphat

Die Elektrolytwerte der Kühe, die nicht an Gebärpause erkrankten, unterschieden sich nicht signifikant von denjenigen, die festlagen. Tendenziell zeigten jedoch später festliegende Tiere kurz ante partum bereits tiefere Kalzium- und Phosphat- sowie leicht höhere Magnesiumkonzentrationen als nicht erkrankende Tiere. Dies könnte ein Hinweis dafür sein, dass Kühe, die an Gebärpause erkrankten, bereits 6 bis 12 Stunden vor der Geburt erste Anzeichen wie erniedrigte Kalzium- und Phosphatkonzentrationen aufweisen.

7.2.2.2. Parathormon

Die Kühe wiesen vor der Geburt niedrige Parathormonkonzentrationen auf, da zu diesem Zeitpunkt noch eine Normokalzämie und -phosphatämie vorlagen und

Kalzium für die Regulation der Parathormonfreisetzung verantwortlich ist. Normale oder erhöhte Kalziumkonzentrationen hemmen die PTH-Freisetzung. Bei Hypokalzämie fällt dieser hemmende Einfluss weg und das Parathormon steigt an (HORST et al., 1978; HOVE et al., 1984).

7.2.2.3. Urin-pH-Wert

Die Urin-pH-Werte ante partum unterschieden sich signifikant. Kurz vor der Geburt war der pH-Wert jener Kühe, die an Milchfieber erkrankten, signifikant höher als derjenige der gesunden. Dies könnte bereits einen ersten Hinweis auf die Gefahr einer späteren Erkrankung geben, wie SEIFI (2004) erläutert hat. In seinem Versuch wurden 107 Holstein-Friesian Kühe ab der zweiten Laktation sieben bis 0 Tage vor Geburt beprobt, um die Kalzium- und anorganischen Phosphat-Konzentrationen im Serum sowie den Urin-pH-Wert zu bestimmen. 17 der 107 Kühe erkrankten an Gebärpause. Sowohl die Kalzium- und anorganischen Phosphat-Konzentrationen, als auch die Urin-pH-Werte unterschieden sich 48 Stunden vor Geburt zwischen festliegenden und nicht festliegenden Kühen signifikant. SEIFI (2004) überprüfte, ob sich der Urin-pH-Wert 48 Stunden vor der Geburt eignete, um die Gebärpause vorauszusehen. Bei einem Grenzwert von 8.25 ergaben sich eine Sensitivität von 100 %, eine Spezifität von 81 %, ein positiv prädiktiver Wert von 55 % und ein negativ prädiktiver Wert von 100 %, um das Risiko für Gebärpause einzuschätzen. Für die Praxis ist vor allem der negativ prädiktive Wert von Bedeutung. Dieser liess in der genannten Untersuchung den Schluss zu, dass bei einem Urin-pH-Wert unter 8.25 nicht mit Gebärpause zu rechnen ist. Was sich jedoch in unserer Arbeit nicht ganz bestätigt hat. SEIFI (2004) belegt mit seiner Arbeit, dass der Säure-Basen-Haushalt der Kuh eine wichtige Rolle in der Pathophysiologie der Gebärpause spielt.

7.2.3. Klinische Befunde post partum

7.2.3.1. Häufigkeit von Gebärpause bei Kühen mit und ohne prophylaktische Behandlung

Von allen 32 Kühen, unabhängig ob und wie sie prophylaktisch behandelt wurden, kamen 19 zum Festliegen. Dies entspricht 59.4 % der Kühe und übersteigt das von MEYER und DAHMS (1969), JONSSON und PEHRSON (1970) und SCHÜLTEN (1998) beschriebene Risiko für erneutes Festliegen nach der Geburt von 49 %, 46 % und 47.1 % deutlich. Bei den nicht prophylaktisch behandelten Kühen kamen mit 62.5 % tendenziell mehr Kühe zum Festliegen als ohne Prophylaxe (58.3 %). Am besten auf die prophylaktische Behandlung reagierte die Gruppe mit der kombinierten Kalzium- und Phosphat-Verabreichung mit 37.5 % erkrankten Tieren. Am schlechtesten, schlechter als die Gruppe ohne Behandlung, reagierte die Gruppe mit anorganischer Phosphatgabe, in welcher 87.5 % der Kühe an Gebärpause erkrankten. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, dass die Gebärpause primär ein Problem des Kalziumstoffwechsels darstellt und mit Phosphatsubstitution allein nicht behoben, sondern verschlechtert wird. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass prophylaktische Behandlungen mit Kalzium, Phosphat oder Kalzium und Phosphat nicht signifikant weniger häufig zu Gebärpause führten als wenn keine Prophylaxe erfolgte. Das tendenziell bessere Abschneiden der mit Kalzium und Phosphat behandelten Kühe ist jedoch ein Hinweis darauf, dass der Einfluss dieser Behandlung an einem grösseren Tierkollektiv noch einmal überprüft werden müsste. Es besteht die Vermutung, dass bei grösseren Tierzahlen signifikante Unterschiede zwischen prophylaktisch behandelten und nicht behandelten Kühen auftreten würden. Ob sich der zeitliche und finanzielle Aufwand für die Prophylaxe lohnt, wenn danach 25 % weniger Tiere erkranken, müsste der Gegenstand weiterer Abklärungen sein und hängt vermutlich auch vom individuellen Wert des allfällig zu behandelnden Tieres ab.

7.2.3.2. Verlauf von Temperatur, Herz- und Atemfrequenz

Innerhalb der Behandlungsgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich Temperatur, Herz- und Atemfrequenz gefunden werden. Nahm man jedoch den Verlauf der Werte aller Tiere, so konnte bei der Temperatur und bei der Herzfrequenz ein signifikantes Absinken beobachtet werden. Die erhöhte Temperatur und Herzfrequenz zum Zeitpunkt der Geburt waren vermutlich auf die körperliche Anstrengung während der Geburt zurückzuführen (FUJIMOTO und KIMURA, 1988). Der Temperaturverlauf post partum war bei festliegenden Tieren signifikant tiefer als bei gesund bleibenden Tieren, da die Hypokalzämie zu einer gestörten Thermoregulation führte und die Kühe deshalb Untertemperatur aufwiesen (KOLB, 1981).

7.2.3.3. Zeitspanne bis zum Abkalben

Die Zeitspanne bis zum Abkalben, also der Aufenthalt im Tierspital vor der Geburt, war sehr unterschiedlich. Die Tiere waren bis zum Eintritt der Geburt 0 bis zu 12, durchschnittlich 5 Tage in der Klinik. Diese Variation zeigt auch eine der grössten Schwierigkeiten bei der peroralen Prophylaxebehandlung, nämlich die Geburtszeitpunkterkennung. Auch OETZEL (1996) hielt fest, dass der Zeitpunkt der peroralen Prophylaxe mitbestimmend für deren Erfolg ist. Fast alle Kühe weisen nach der Geburt eine Hypokalzämie auf, da der mit dem Einsetzen der Laktation auftretende Kalziumverlust nicht schnell genug durch Homöostasemechanismen wie erhöhte intestinale Absorption und Knochenresorption behoben werden kann. Diese Mechanismen greifen in der Regel erst nach 24 Stunden (intestinale Absorption) bzw. 48 Stunden (Knochenresorption). Bei Kühen mit Milchfieber sind diese Anpassungsprozesse noch zusätzlich verzögert (REINHARDT et al., 1988). Durch eine perorale Kalzium-Prophylaxe unmittelbar vor Geburt kann genau diese kritische Phase, d. h. die ersten 24 Stunden nach Geburt, überbrückt werden. Findet diese jedoch zu früh statt, so führt die resultierende Hyperkalzämie

zur Hemmung der Homöostasemechanismen (HOVE et al., 1984) und die Kalzium-Plasmakonzentration ist zum Zeitpunkt der Geburt bereits wieder erniedrigt. Da bereits 12 Stunden ante partum eine leichte Hypokalzämie auftreten kann (wie das auch die vorliegende Untersuchung gezeigt hat), ist eine perorale Kalziumapplikation zu diesem Zeitpunkt angebracht und sollte zum Zeitpunkt der Geburt sowie nach 12 und 24 Stunden wiederholt werden (OETZEL, 1996).

7.2.3.4. Komplikationen, Besonderes

Bei zwei Kühen trat intra partum eine Torsio uteri auf. Bei der einen konnte diese manuell und bei der anderen nur mit einem Kaiserschnitt behoben werden. Mehrere Kühe erkrankten an Ketose, Mastitis und Retentio secundinarum. Eine Kuh hatte eine Labmagenverlagerung. All diese Erkrankungen sind als Folgekrankheiten der Gebärparese bekannt (CURTIS et al., 1983) und führen zu hohen Verlusten für die Tierbesitzer (HORST et al., 1997).

7.2.4. Elektrolyt- und Parathormonbefunde im Blutserum post partum

Da die erkrankten Tiere mit Kalziumlösungen intravenös behandelt wurden, können ihre Elektrolytwerte aufgrund der dadurch verursachten Schwankungen nicht mehr als Beurteilungsgrundlage für die Wirkung der Prophylaxemassnahmen hinzugezogen werden. Aus diesem Grund wurden die Elektrolytverläufe nur bei denjenigen Kühen beurteilt, die nicht an Gebärparese erkrankten und ausschliesslich prophylaktisch behandelt wurden.

7.2.4.1. Kalzium

Bei den Serumkonzentrationen von Kalzium war ersichtlich, dass die Werte aller Gruppen deutlich und über 36 Stunden post partum unter dem normokalzämischen Bereich von 2.0 - 2.8 mmol/l lagen. Sehr erstaunlich waren die Kalziumwerte der

Kuh der Gruppe D, die mit Werten von 1.09 mmol/l Kalzium im Serum noch aufgestanden war. Die alle zwei Stunden durchgeführte Untersuchung, bei der die Kuh jedes Mal aufgetrieben wurde, war eventuell mitverantwortlich dafür, dass die Kuh nicht festlag. Die perorale prophylaktische Behandlung mit Kalzium bei den Gruppen C und E bewirkte keinen signifikanten Anstieg der Kalziumwerte. Dies deckt sich mit der Beobachtung bei den gesunden Kontrolltieren. Vermutlich war der zweistündige Abstand zwischen den Blutentnahmen zu gross, um den transienten Kalziumanstieg nach der peroralen Behandlung zu erfassen. Im Vergleich zu GOFF (1999), der auch noch 2 Stunden nach Verabreichung von Kalziumchlorid (50 g reines Kalzium) erhöhte Kalziumwerte nachweisen konnte, wurde das Kalziumchlorid bei unserem Versuch in 500 ml statt 250 ml Wasser gelöst. Diese stärkere Verdünnung könnte zu einer verminderten Kalziumaufnahme und einer daraus verminderten Serumelektrolytwerterhöhung geführt haben (GOFF, 1999).

7.2.4.2. Anorganisches Phosphat

Im Gegensatz zum Kalzium war beim anorganischen Phosphat ein signifikanter Anstieg der Serumphosphatwerte bei den Tieren, die peroral Natriumdihydrogenphosphat verabreicht erhielten, erkennbar (Gruppen D und E). Der Anstieg erfolgte in der Gruppe E etwas langsamer als bei der Kuh der Gruppe D. Innerhalb der Gruppe gab es grosse individuelle Unterschiede: So hatte die Kuh 20 der Gruppe E nach dem zweiten Drenchen bei der darauf folgenden Messung einen Anstieg von 1.5 mmol/l Phosphat im Serum gezeigt. In der Untersuchung von CHENG et al. (1998) waren die Werte bereits nach einer Stunde um 0.8 mmol/l angestiegen und blieben bis zwei Stunden nach der peroralen Verabreichung praktisch unverändert. Die Phosphat-Werte unserer mit Phosphat behandelten Kühe sanken ebenfalls nur langsam, taten dies bei der Gruppe E erst nach 20 Stunden und hielten sich bis 96 Stunden im Normalbereich. Bei der Kuh der

Gruppe D, welche nach der Phosphatsubstitution eine deutliche Hyperphosphatämie aufwies, sank die Phosphat-Konzentration wesentlich steiler ab.

7.2.4.3. Magnesium

Im Verlauf der Magnesiumkonzentration im Serum unterschieden sich die Gruppen, mit Ausnahme des Tieres der Gruppe D, nicht signifikant. Praktisch alle Werte bewegten sich im Normbereich bzw. leicht darunter. Einzig das Tier der Gruppe D zeigte einen hypomagnesämischen Verlauf. Dies deutet darauf hin, dass die Magnesiumkonzentration durch die perorale Verabreichung von Kalzium und anorganischem Phosphat nicht beeinflusst wurde.

7.2.4.4. Parathormon

Die Parathormonkonzentrationen der verschiedenen Gruppen zeigten signifikante Unterschiede, meist in Bezug zum einzelnen Tier der Gruppe D, welches zum Teil mehr als doppelt so hohe Ausschläge wie die Tiere der übrigen Gruppen aufwies. Diese gesteigerte Ausschüttung ist als Reaktion auf die zwischenzeitlich ausserordentlich tiefen Kalziumkonzentrationen im Serum dieser Kuh zu werten. Die Parathormonkonzentrationen zeigten bezüglich erkrankter und nicht erkrankter Tiere keinen signifikanten Unterschied. Wie im Anhang ersichtlich, waren die Parathormonkonzentrationen individuell jedoch stark verschieden, liessen aber keinen Schluss bezüglich einer besseren Bewältigung der Krankheit zu. Die Hypothese, dass es bei Störungen der Körperfunktionen zu geringerer Ausschüttung des Parathormones kommt und dass dies eine Ursache für die Gebärparese sein könnte, wurde von MAYER (1969) und HORST (1978) widerlegt. Unsere Ergebnisse weisen in die gleiche Richtung.

7.2.4.5. Creatin-Kinase

Die signifikante Erhöhung der Creatin-Kinase der Kuh der Gruppe D gegenüber den übrigen Gruppen könnte auf ein vermehrtes Liegen hinweisen, das sich jedoch nicht mit den klinischen Beobachtungen bei dieser Kuh deckt. Zu den Zeitpunkten 26 und 28 Stunden post partum zeigte die Kuh jedoch deutliche Mühe beim Aufstehen, was sich mit den sehr tiefen Kalziumwerten zu dieser Zeit erklären lässt. Nach diesem Zeitpunkt stieg die Creatin-Kinase-Aktivität stark an. Diese Beobachtung lässt sich eventuell mit einer Myopathie im Zusammenhang mit dieser Krise erklären.

7.2.4.6. Fraktionelle Exkretion von Kalzium, anorganischem Phosphat und Magnesium

Fraktionelle Exkretion von Kalzium

Verglichen mit den Werten von HARTMANN et al. (2001) waren unsere Werte ähnlich wie bei DUMELIN (2005) deutlich unter dem Normalbereich der fraktionellen Exkretion von Kalzium. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass HARTMANN et al. (2001) für ihre Untersuchungen junge, nicht tragende und nicht laktierende Tiere verwendet haben. So scheint es einleuchtend, dass bei steigendem Kalziumbedarf, wie beim Einsetzen der Laktation nach der Geburt, die fraktionelle Exkretion von Kalzium unter dem Einfluss von Parathormon deutlich sinkt.

Fraktionelle Exkretion von anorganischem Phosphat

Bezüglich der fraktionellen Exkretion des anorganischen Phosphats konnte für die Gruppen, die peroral Phosphat verabreicht erhielten, eine deutliche Steigerung der Exkretion beobachtet werden. Die Gruppen unterschieden sich zwar nicht signifikant, innerhalb der einzelnen Gruppe E war jedoch eine signifikante Steigerung

der fraktionellen Exkretion von anorganischem Phosphat zu erkennen. Eine solche wurde ebenfalls nach erhöhter Mineralstoffzufuhr festgestellt (HARTMANN et al., 2001). Erstaunlich ist, dass die Gruppe der Kontrolltiere, also jene Kühe, die im Vorjahr nicht an Gebärparese erkrankt waren, die höchsten Werte aufwiesen. Der Grund dafür könnte in den gut funktionierenden Homöostasemechanismen, vor allem der Parathormonausschüttung liegen, die wiederum eine erhöhte Phosphatausscheidung im Harn fördert (GOFF, 2000). Vermutlich lag der Grund aber vielmehr darin, dass zwei dieser drei Tiere anorganisches Phosphat per os verabreicht erhielten und dass deshalb die fraktionelle Exkretion so stark anstieg. Der Peak der Gruppe D zum Messzeitpunkt 24 Stunden post partum lässt sich ebenfalls am ehesten mit der peroralen Verabreichung des Phosphats begründen. Eventuell hatten diese Tiere jedoch auch aufgrund der kombinierten Verabreichung von Kalzium und Phosphat stärker reagiert.

Fraktionelle Exkretion von Magnesium

Die fraktionelle Exkretion von Magnesium unterschied sich weder bezüglich erkrankter und nicht erkrankter Tiere, noch bezüglich Behandlungsgruppen signifikant. Die tiefsten Werte wurden ab dem Zeitpunkt der Geburt bis 24 Stunden später gemessen. Nimmt man die Werte von HARTMANN (2001) als Referenz, bewegten sich unsere Werte post partum leicht darunter. Wie bereits erwähnt, wurden diese Referenzwerte an nicht laktierenden und nicht trächtigen Tieren ermittelt. Sie sind deshalb zum Vergleich mit laktierenden Tieren nur bedingt geeignet.

7.3. Schlussfolgerungen

Die Prophylaxemassnahmen zeigten keine statistisch signifikante Verminderung der Gebärpareseinzidenz bei im Vorjahr an Gebärparese erkrankten Kühen. Zum einen sind die relativ kleine Anzahl Kühe pro Gruppe als Problem zu nennen, zum

anderen die vielen Komplikationen. Weiter stellten die Herkunft der Kühe aus verschiedenen Betrieben mit unterschiedlicher Fütterung und die unterschiedliche Kondition der Kühe erschwerende Faktoren dar. Vermutlich wäre es auch sinnvoller gewesen, mit den prophylaktischen Massnahmen schon kurz vor Geburt und nicht erst danach zu beginnen (OETZEL, 1996). Auf eine alleinige Behandlung mit Phosphat sollte in Zukunft verzichtet werden. Für zukünftige Untersuchungen wäre eine viermalige Verabreichung (12 Stunden vor, zur Geburt, 12 und 24 Stunden nach Geburt) eines oralen Kalziumpräparates empfehlenswert, ähnlich wie die Behandlungsschemen von JONSSON und PEHRSON (1970), OETZEL (1996) und SCHÜLTZEN (1998). Ideal wäre es, die Untersuchung in einem oder zwei grösseren Beständen mit jeweils zwei Gruppen durchzuführen, da die Fütterung dadurch einheitlicher wird. Eine Bestimmung des Body Condition Score (BCS) beim Einzeltier könnte ebenfalls mithelfen, einen weiteren Faktor, nämlich den Nährzustand zu berücksichtigen. Es bleibt offen, ob durch eine zusätzliche prophylaktische Behandlung mit Phosphat die Gebärpareseinzidenz vermindert werden kann. Weitere Untersuchungen sind nötig, um die in dieser Arbeit gezeigten Hinweise zu bestätigen.

8. LITERATURVERZEICHNIS

BLOCK, E. (1984): Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J. Dairy Sci.* 67, 2939-2948.

BODA, J. M. and H. H. COLE (1953): The influence of dietary calcium and phosphorus on the incidence of milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 37, 360-372.

BOSTEDT, H. und S. BLESS (1993): Überprüfung einiger Verfahren zur Prophylaxe der Gebärpause beim Rind. *Tierärztl. Umschau* 48, 424-431.

BRONNER, F. (1987): Intestinal calcium absorption: mechanisms and applications. *J. Nutrition* 117, 1347-1352.

CHENG, Y.-H., GOFF, J. P. and HORST, R. L. (1998): Restoring normal blood phosphorus concentrations in hypophosphatemic cattle with sodium phosphate. *Vet. Med.* 97, 383-388.

CHIAPPI, C. M. L. (2003): Auswirkungen des Ca-Angebotes und einer Fütterung mit sauren Salzen auf Mineralstoffhaushalt und Knochenstoffwechsel der Milchkühe im peripartalen Zeitraum. Dissertation, Universität Zürich.

CURTIS, C. R., H. N. ERB, C. J. SNIFFEN, R. D. SMITH, P. A. POWERS, M. C. SMITH, M. E. WHITE, R. B. HILLMAN and E. J. PEARSON (1983): Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 183, 559-561.

DUMELIN, J. (2005): Behandlung von Kühen mit Gebärpause mit Natriumphosphat und Kalzium. Dissertation, Universität Zürich.

FORRESTER, S. D. and K. J. MORELAND (1989): Hypophosphatemia. Causes and clinical consequences. *J. Vet. Intern. Med.* 3, 149-159.

FUJIMOTO, Y. and E. KIMURA (1988): Changes in rectal temperature, and heart and respiration rate of dairy cows before parturition. *Jap. J. Zootech. Sci.* 59, 301-305.

GOFF, J. P. and R. L. HORST (1993): Oral administration of calcium salts for treatment of hypocalcemia in cattle. *J. Dairy Sci.* 76, 101-108.

GOFF, J. P. and R. L. HORST (1994): Calcium salts for treating hypocalcaemia: carrier effects, acid-base balance, and oral versus rectal administration. *J. Dairy Sci.* 77, 1451-1456.

GOFF, J. P., R. L. HORST, P. W. JARDON, C. BORELLI and J. WEDAM (1996): Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79, 378-383.

GOFF, J. P. (1999): Treatment of calcium, phosphorus, and magnesium balance disorders. *Vet. Clin. North Am. [Food Animal Pract.]* 15, 619-639.

GOFF, J. P. (2000): Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *Vet. Clin. North Am. [Food Animal Pract.]* 16, 319-337.

GOFF, J. P. and R. L. HORST (2003): Role of acid-base physiology on the pathogenesis of parturient hypocalcemia (milk fever) - the DCAD theory in principal and practice. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 97, 51-56.

HARTMANN, H., C. BANDT und P. S. GLATZEL (2001): Einfluss wechselnder oraler Mineralstoffzufuhr auf Nierenfunktionen einschliesslich renaler fraktioneller Exkretion von Ca, Mg und Phosphat bei Kühen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 114, 267-272.

HIBBS, J. W. (1950): Milk fever (parturient paresis) in dairy cows: A review. *J. Dairy Sci.* 33, 758-789.

HOFMANN, W. und S. EL-AMROUSI (1971): Untersuchungen über das Festliegen der Rinder. 5. Versuch einer medikamentösen Beeinflussung der Hypophosphorämie und des Festliegens bei atypischer Gebärpause. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 78, 156-159.

HORNER, S. und R. STAUFENBIEL (2004): Der Einfluss verschiedener therapeutisch nutzbarer Wirkstoffe zur Phosphorsubstitution auf den Phosphorgehalt im Blut. *Prakt. Tierarzt* 85, 666-673.

HORST, R. L., H. F. DELUCA and N. A. JØRGENSEN (1978): The effect of age on calcium absorption and accumulation of 1,25-dihydroxyvitamin D₃ in intestinal mucosa of rats. *Metab. Bone Dis. & Rel. Res.* 1, 29-33.

HORST, R. L., N. A. JØRGENSEN and H. F. DELUCA (1978): Plasma 1,25-dihydroxyvitamin D and parathyroid hormone levels in parturient dairy cows. *American Journal of Physiology* 235, E634-7.

HORST, R. L., J. P. GOFF, T. A. REINHARDT and D. R. BUXTON (1997): Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80, 1269-1280.

HORST, R. L., J. P. GOFF and T. A. REINHARDT (2003): Role of vitamin D in calcium homeostasis and its use in prevention of bovine periparturient paresis. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 97, 35-50.

HORST, R. L., J. P. GOFF and T. A. REINHARDT (2005): Adapting to the transition between gestation and lactation: Differences between rat, human and dairy cow. *J. Mamm. Gland Biol. & Neopl.* 10, 141-156.

HOVE, K., R. L. HORST, E. T. LITTLEDIKE and D. C. BEITZ (1984): Infusions of parathyroid hormone in ruminants: hypercalcemia and reduced plasma 1,25-dihydroxyvitamin D concentrations. *Endocrinology* 114, 897-903.

JEHLE, W. (2004): Behandlung der Gebärpause mit hochdosiertem Kalzium. Dissertation, Universität Zürich.

JONSSON, G. and B. PEHRSON (1970): Trials with prophylactic treatment of parturient paresis. *Vet. Rec.* 87, 575-578.

KOLB, E. (1981): Neuere Erkenntnisse über die Bedeutung von Ca-Ionen für die tierischen Zellen sowie zur Entstehung und Behandlung der Hypokalzämie des Rindes. *Mh. Vet.-Med.* 36, 863-869.

LESCH, S. und C. C. GELFERT (2006): Untersuchungen zum peripartalen Festliegen von Kühen. *Prakt. Tierarzt* 87, 380-388.

LITTLEDIKE, E. T. and R. L. HORST (1980): Problems with vitamin D injections for prevention of milk fever: Toxicity of large doses and increased incidence with small doses. *J. Dairy Sci.* 63, 89.

MARTIG, J. (2002): Hypokalzämische Gebärlähmung. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*, 4. Auflage, Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer and M. Stöber. Parey Buchverlag, Berlin, 1245-1254.

MAYER, G. P., C. F. RAMBERG, JR., D. S. KRONFELD, R. M. BUCKLE, L. M. SHERWOOD, G. D. AURBACH and J. T. POTTS, JR. (1969): Plasma parathyroid hormone concentration in hypocalcemic parturient cows. *Am. J. Vet. Res.* 30, 1587-1597.

MEYER, H. und L. DAHMS (1969): Statistische Erhebungen zum Vorkommen der hypokalzämischen Gebärlähmung in deutschen Rinderrassen. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 76, 504-509.

OETZEL, G. R., M. J. FETTMAN, D. W. HAMAR and J. D. OLSON (1991): Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status, and urinary calcium excretion in dairy cows. J. Dairy Sci. 74, 965-971.

OETZEL, G. R. (1996): Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases. J. Am. Vet. Med. Assoc. 209, 958-961.

OETZEL, G. R. (2000): Management of dry cows for the prevention of milk fever and other mineral disorders. Vet. Clin. North Am. [Food Animal Pract.] 16, 369-386.

QUEEN, W. G., G. Y. MILLER and M. A. MASTERSON (1993): Effects of oral administration of a calcium-containing gel on serum calcium concentration in postparturient dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 202, 607-609.

RADOSTITS, O. M., C. C. GAY, D. C. BLOOD and K. W. HINCHCLIFF (2000): Metabolic diseases. In: Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses, 9th edition, Hrsg. W. B. Saunders, London, 1417-1441.

REINHARDT, T. A., R. L. HORST and J. P. GOFF (1988): Calcium, phosphorus, and magnesium homeostasis in ruminants. Vet. Clin. North. Am. [Food Animal Pract.] 4, 331-350.

ROSENBERGER, G. (1990): Die klinische Untersuchung des Rindes. Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg

SALIS, F. (2002): Untersuchungen zur Behandlung der Gebärpause beim Rind mittels Kalziuminfusion im Sturz bzw. im Dauertropf. Dissertation, Universität Zürich.

SCHÜLTKE, A. und G. Moll (1998): Effizienz einer oralen Prophylaxe der hypocalcämischen Gebärpause mit der Calciumchlorid-Öl-Emulsion Calol® in der Praxis. Prakt. Tierarzt 79, 150-161.

SEIFI, H. A., M. MOHRI and J. KALAMATI ZADEH (2004): Use of pre-partum urine pH to predict the risk of milk fever in dairy cows. Vet. J. 167, 281-285.

SØRENSEN, J. T., S. OSTERGAARD, H. HOUE and J. HINDHEDE (2002): Expert opinions of strategies for milk fever control. *Prev. Vet. Med.* 55, 69-78.

THILSING-HANSEN, T., R. J. JORGENSEN and S. OSTERGAARD (2002): Milk fever control principles: a review. *Acta Vet. Scand.* 43, 1-19.

9. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, ganz herzlich danken, insbesondere

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referats und die stets gewährte freundliche Unterstützung und Betreuung.

Herrn Prof. T. Lutz für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr. H. Lutz und den Laborantinnen des Veterinärmedizinischen Labors für die Durchführung der Laboruntersuchungen und die Aufmunterungen.

Den Kunden der Ambulanz, welche mir ihre Kühe für meine Untersuchungen überlassen haben, für das Vertrauen und die freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

Frau Dr. A. Liesegang und Frau B. Schneider für die Durchführung der Parathormonbestimmung.

Herrn PD Dr. M. Hässig für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Meinen Kolleginnen und Kollegen der Ambulanz für die Übernahme der klinischen Tätigkeit und für die moralische Unterstützung.

Allen Assistentinnen der Klinik für Wiederkäuer für die Hilfe bei den Probeentnahmen.

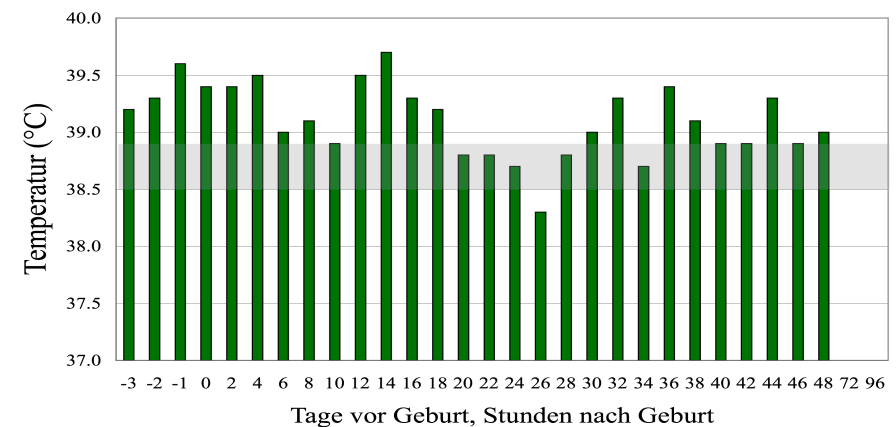
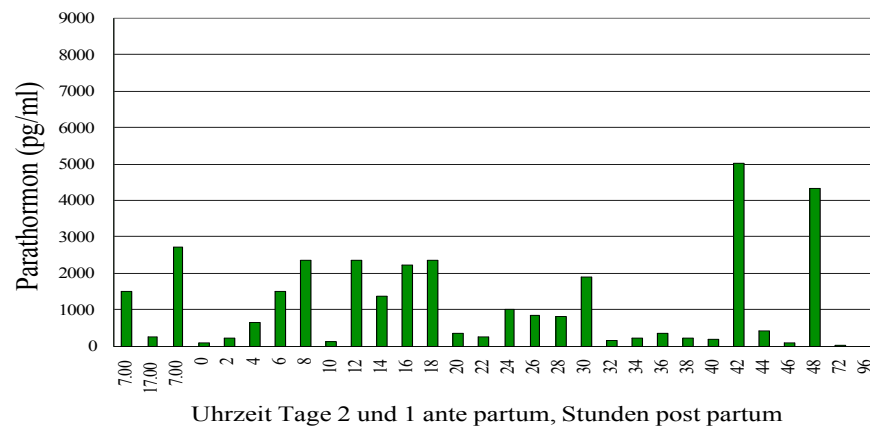
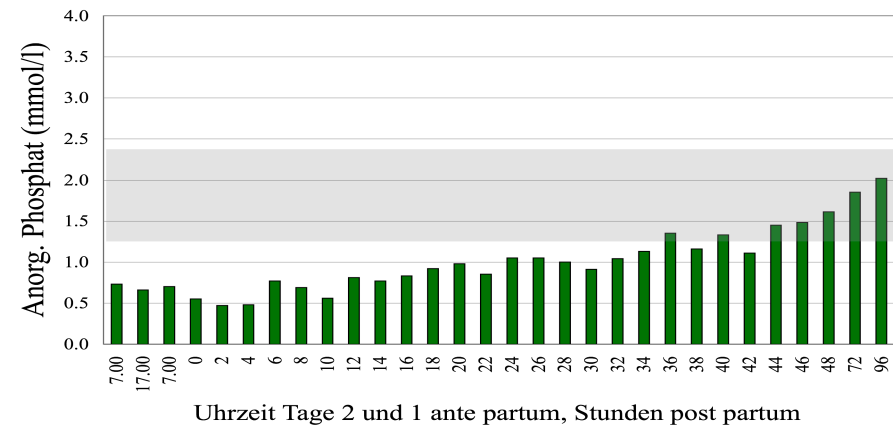
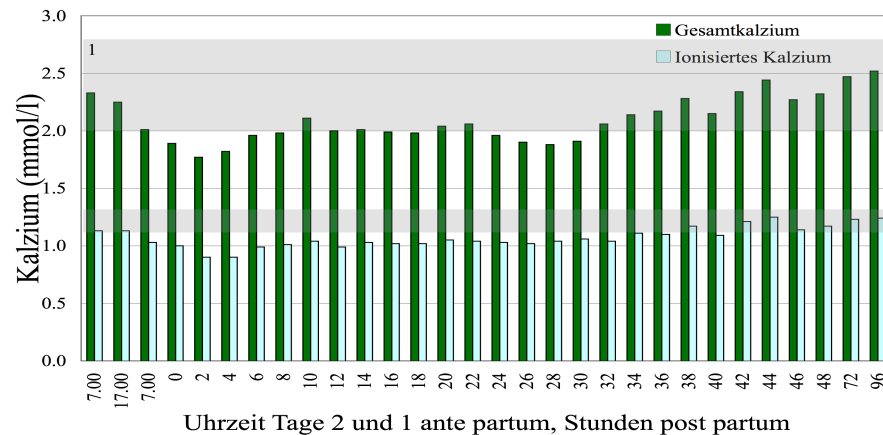
Allen Grosstierpflegerinnen und -pflegern für die Betreuung meiner oft pflegeintensiven Patienten.

Den Studentinnen Adeline, Birgit, Caro, Andrea, Rahel, Claudia, Helen, Muriel und Sybille für die nächtliche Betreuung der Kühe.

Meiner Familie für das Korrekturlesen des Manuskripts, das Verständnis für meine spärlichen Besuche während der klinischen Versuche und die stets liebevolle Unterstützung.

10. ANHANG: Elektrolyt-, Parathormon- und Temperaturverlauf aller 35 untersuchten Kühe

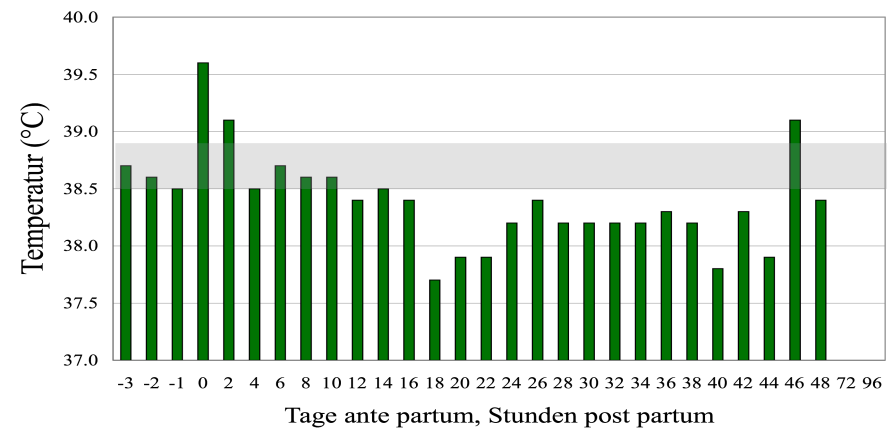
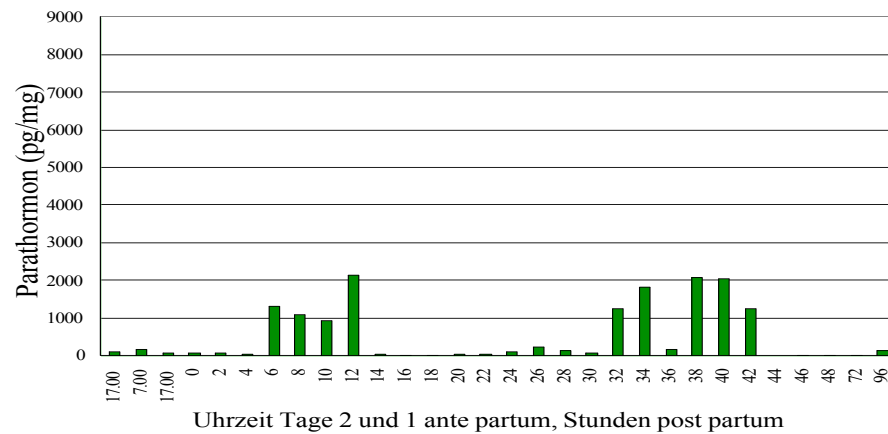
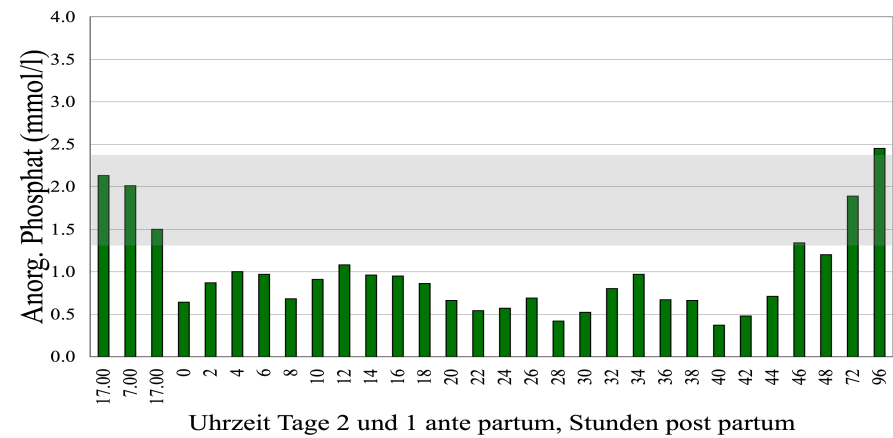
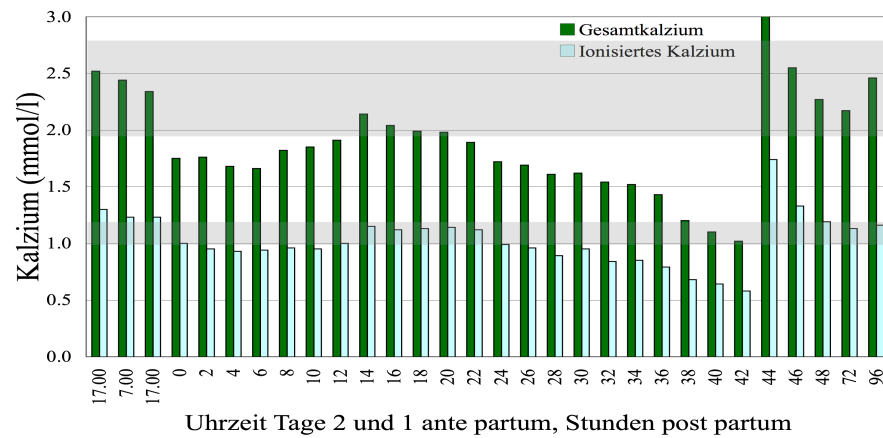
Kuh 1 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



Kuh, Fleck, 6 Jahre 2 Monate, vierte Laktation, kein Festliegen post partum

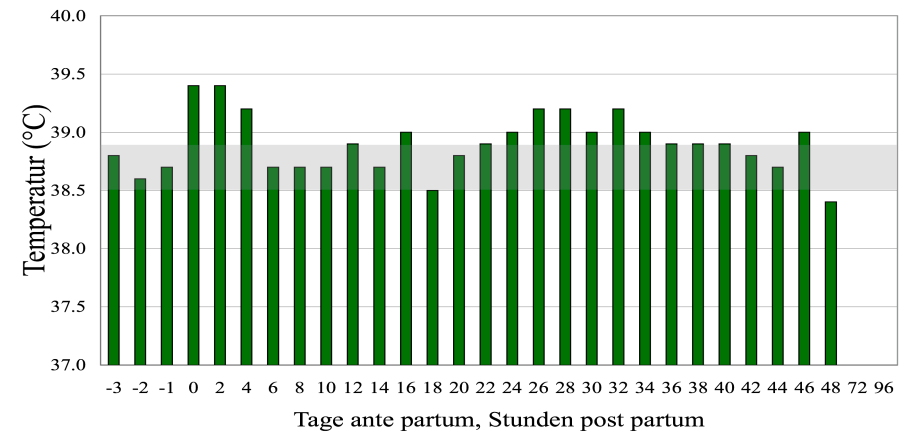
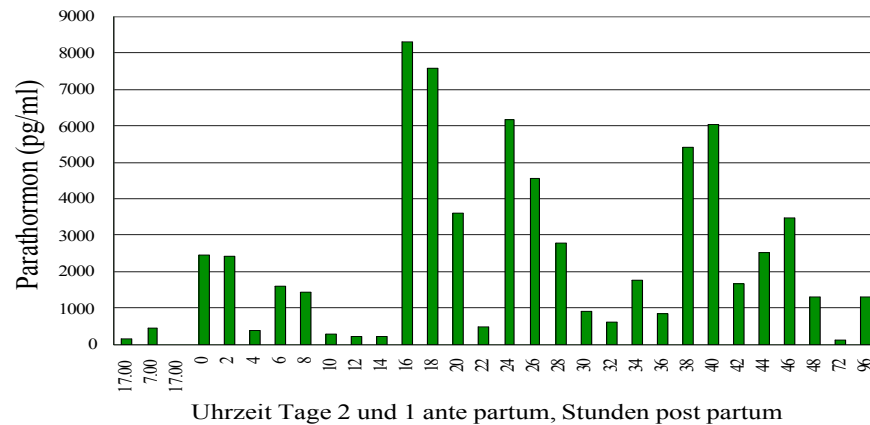
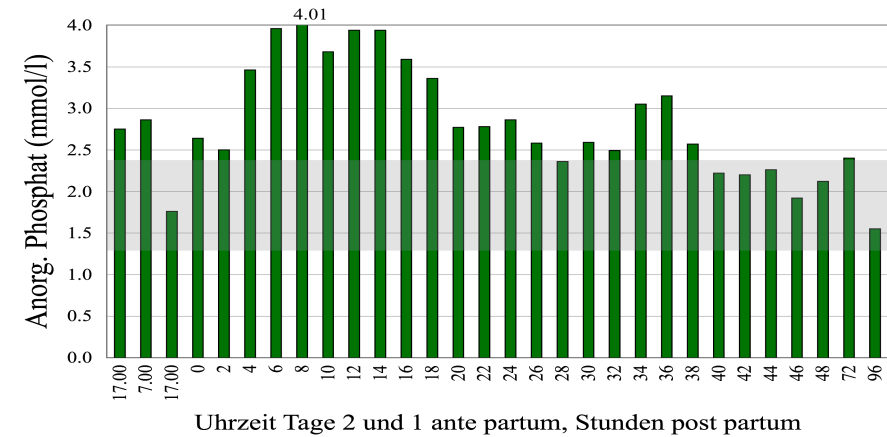
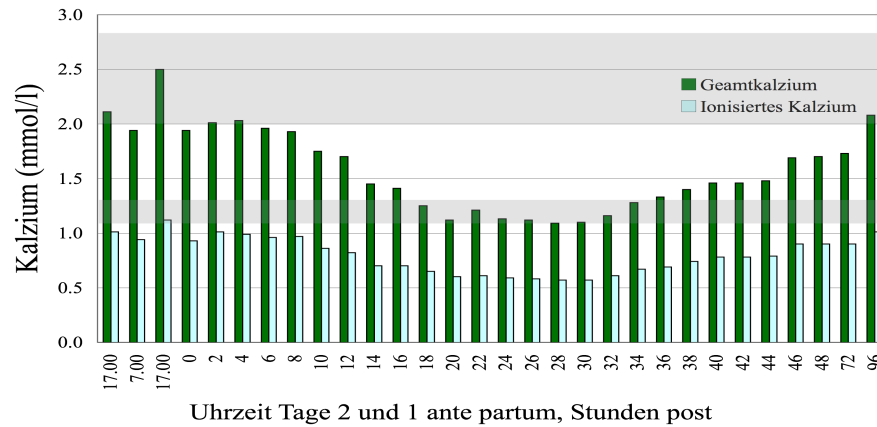
¹Der horizontale Balken markiert den Normalbereich der entsprechenden Elektrolytwerte: Ca = 2.0 – 2.8 mmol/l, ion. Ca = 1.06 – 1.26 mmol/l, P = 1.3 – 2.3 mmol/l; Temp. = 38.5 – 38.9 °C

Kuh 2 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



Kuh , Fleck, 7 Jahre 11 Monate, fünfte Laktation, Festliegen 42 Stunden p.p. (für 30 min), Therapie mit 500 ml Calcamyl 40 MP®

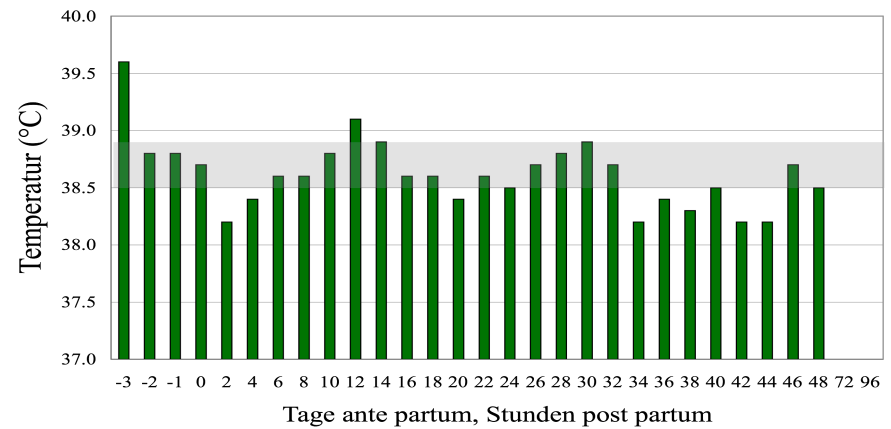
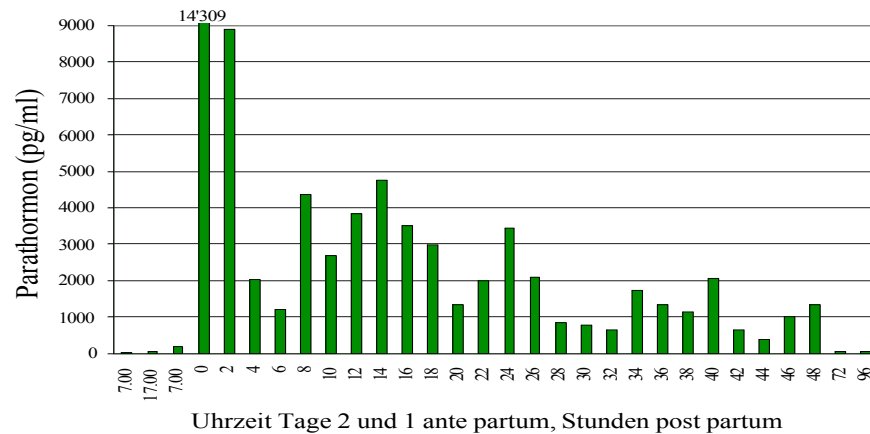
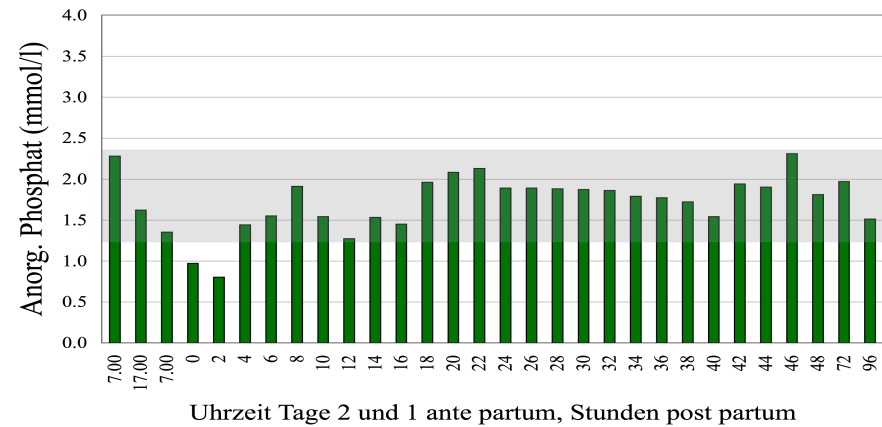
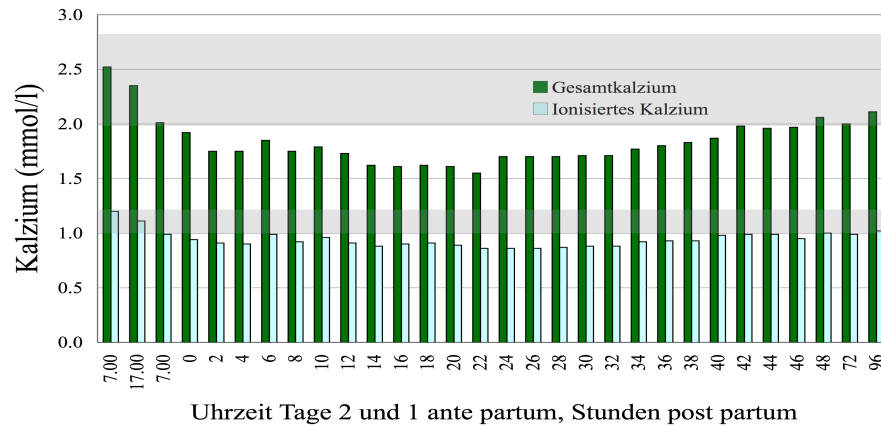
Kuh 3 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



Kuh, Braunvieh, 8 Jahre 9 Monate, sechste Laktation, kein Festliegen post partum

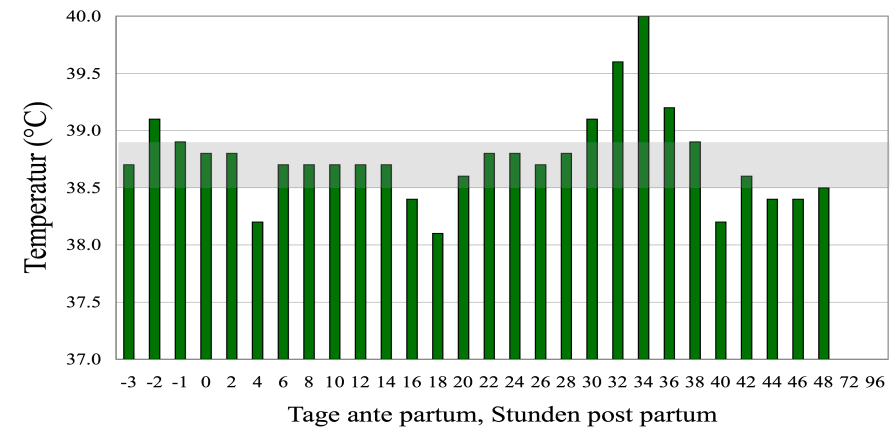
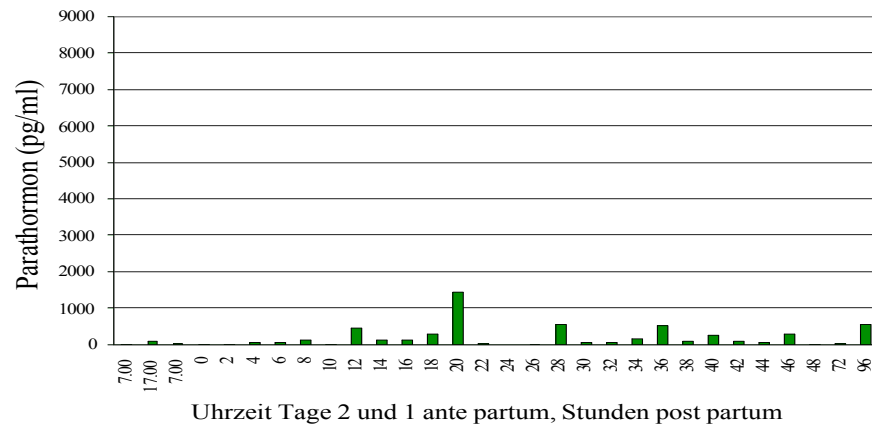
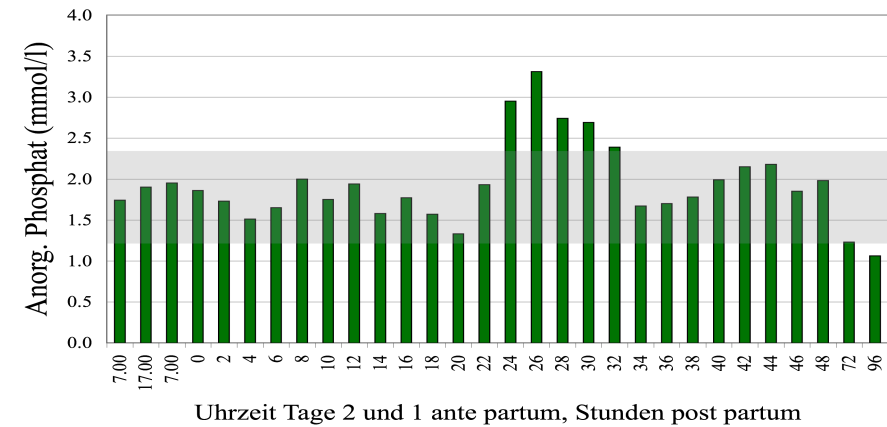
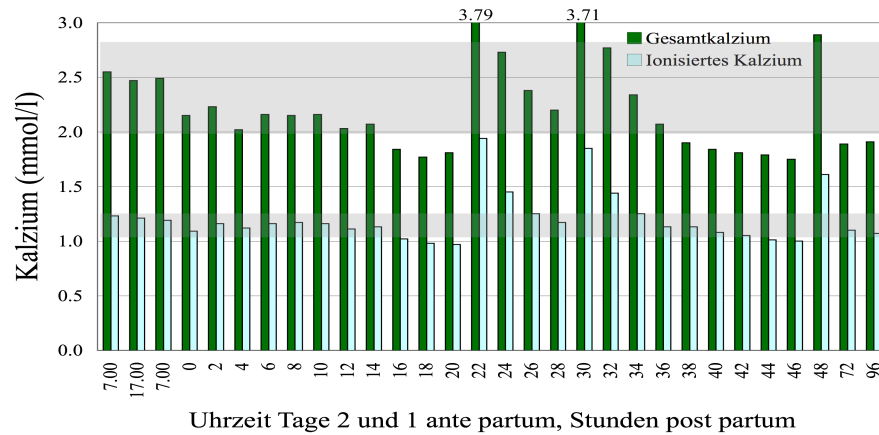
Das Tier der Gruppe D scheint mit den sehr tiefen Kalzium- und Magnesiumwerten sowie den erhöhten Phosphorkonzentrationen, die durch die Substitution noch stärker erhöht wurden, eine grosse Ausnahme zu bilden.

Kuh 4 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



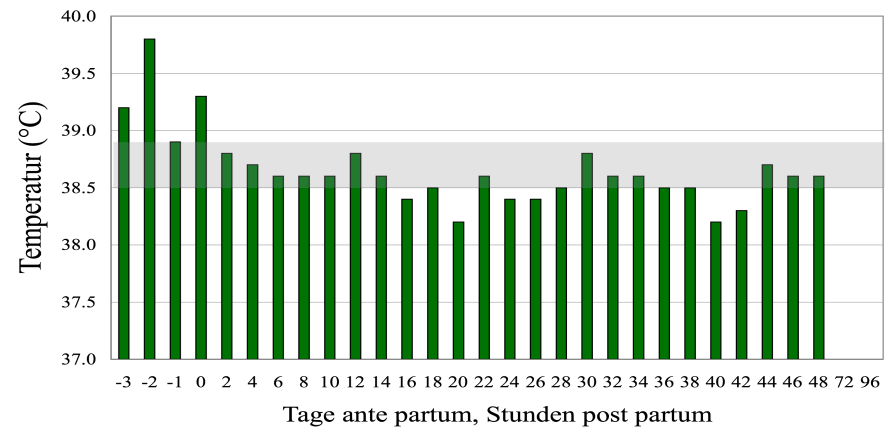
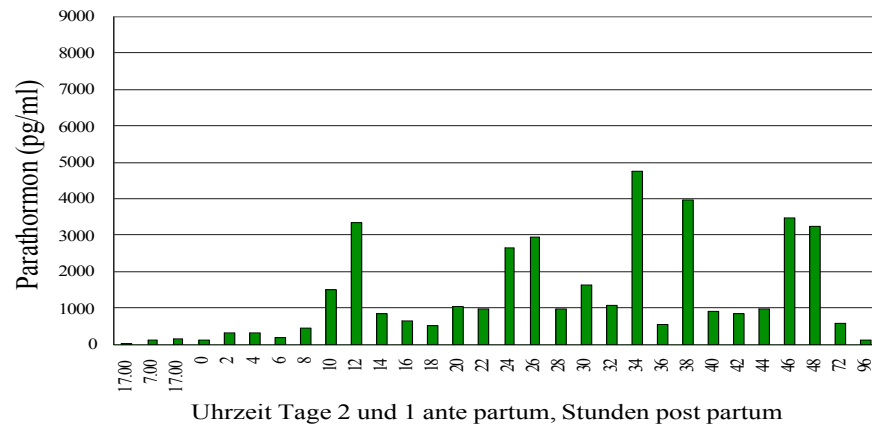
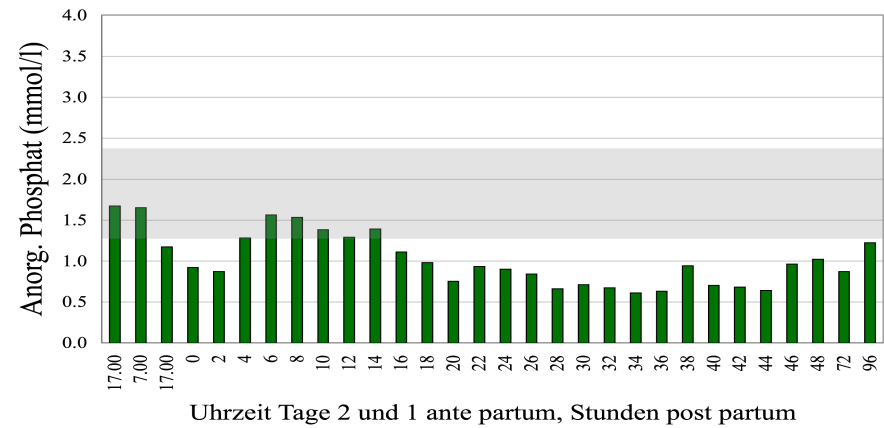
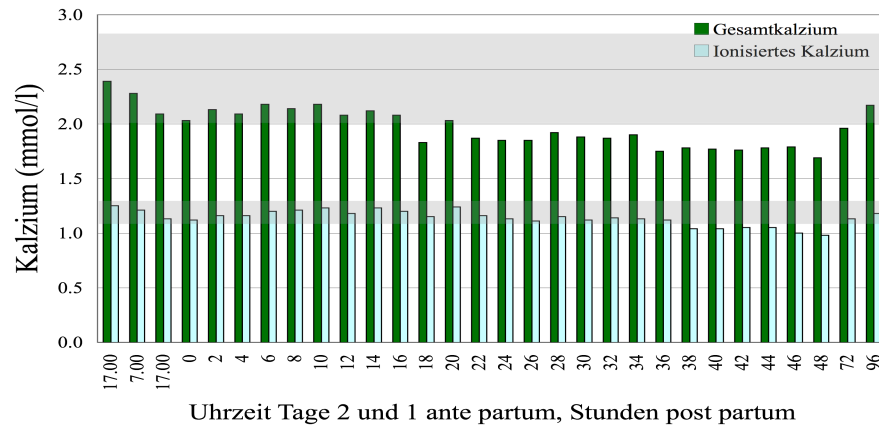
Kuh, Holstein Friesian, 9 Jahre, siebte Laktation, kein Festliegen post partum, 4 Tage p.p. Allgemeinzustand vermindert, nach Kalziumgabe p.o. durch Besitzer wieder besser

Kuh 5 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



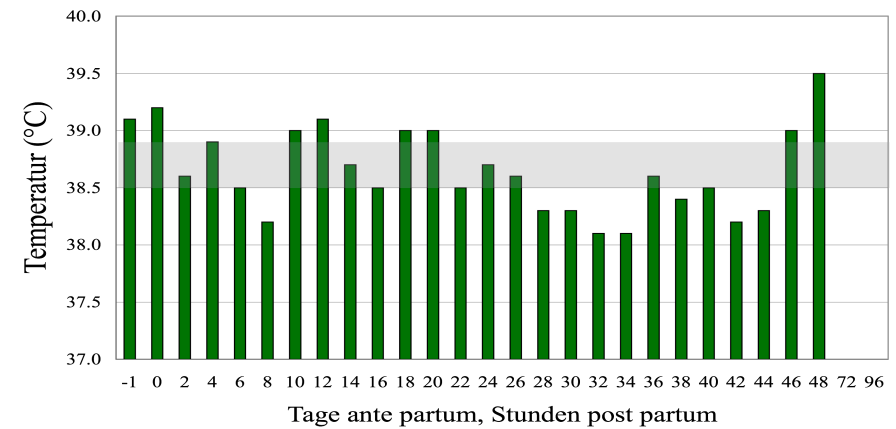
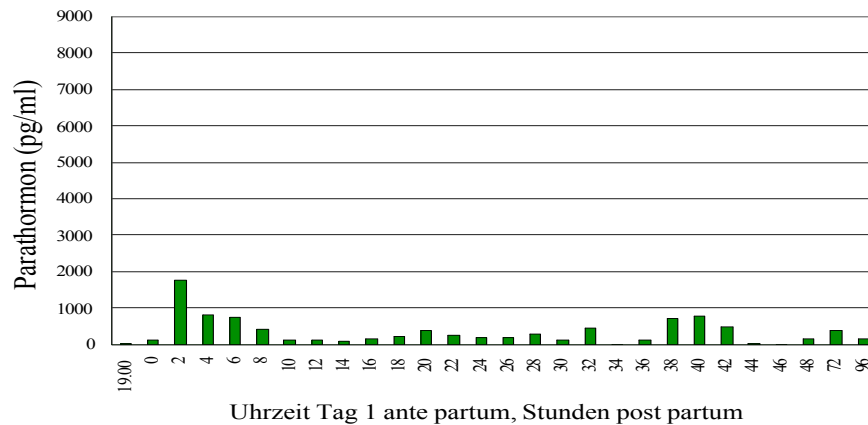
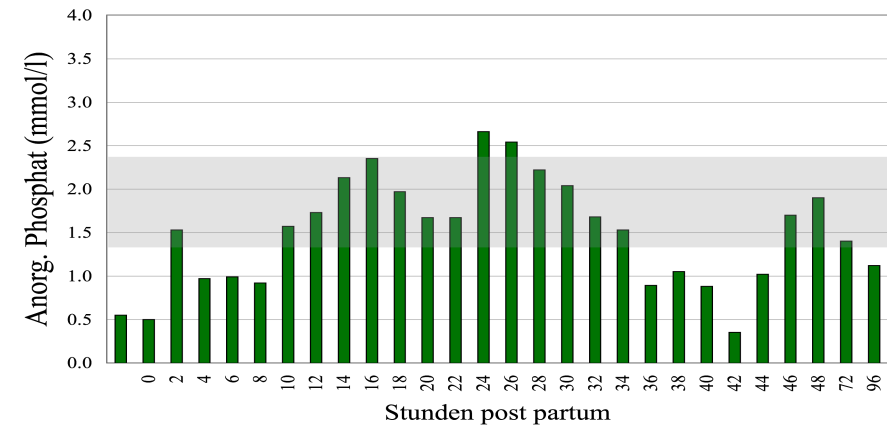
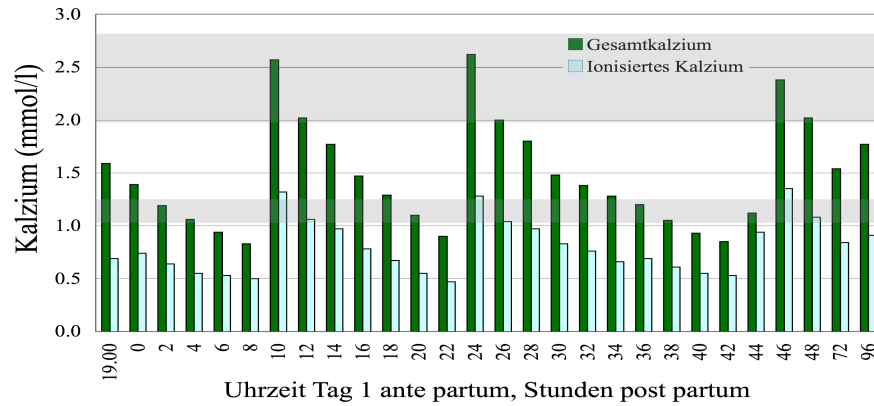
Kuh, Braunvieh, 7 Jahre 1 Monat, fünfte Laktation, Festliegen 20 (für 2 Stunden), 28 (für 30 min) und 46 Stunden p.p. (für 2.5 Stunden), Therapie mit jeweils 500 ml Calcamyl 40 MP® i.v. im Sturz, bei 20 Stunden zusätzlich 350 g Natriumdihydrogenphosphat p.o., mehrere Redizive bis 4 Tage p.p.

Kuh 6 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



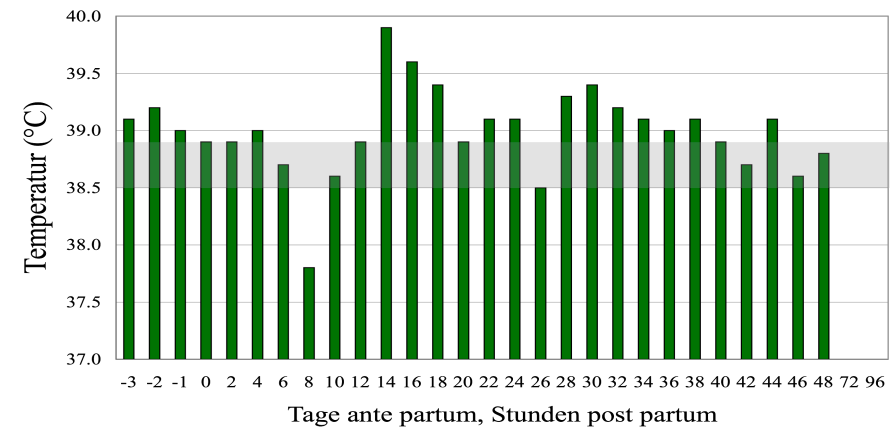
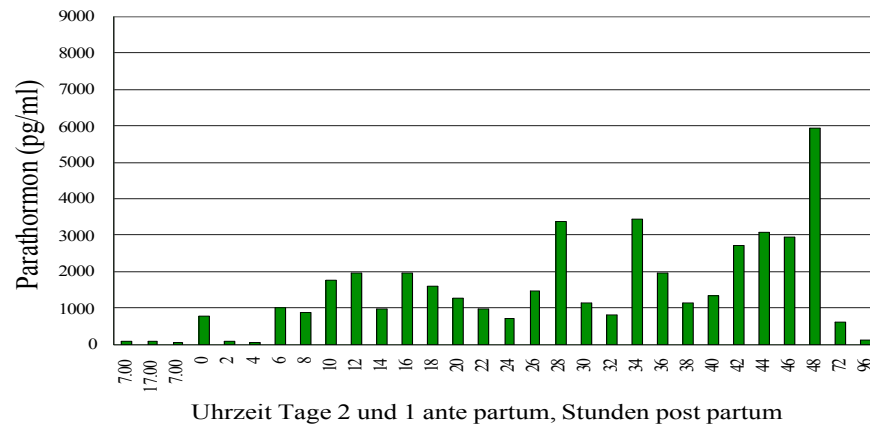
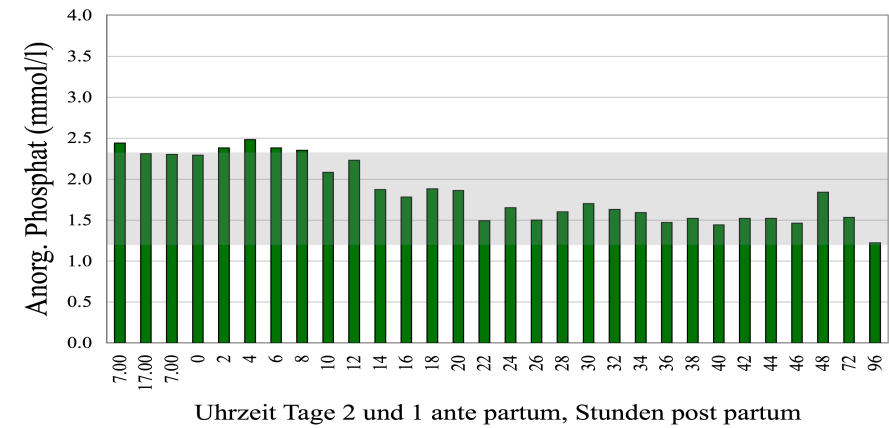
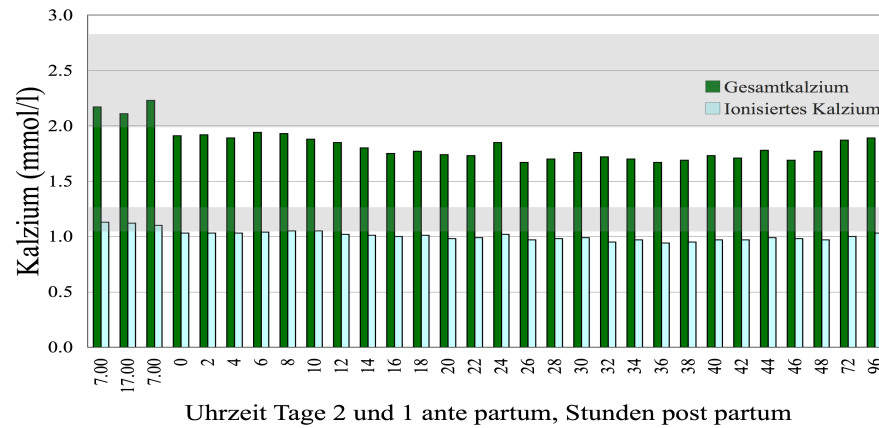
Kuh, Braunvieh, 10 Jahre, achte Laktation, kein Festliegen post partum

Kuh 7 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



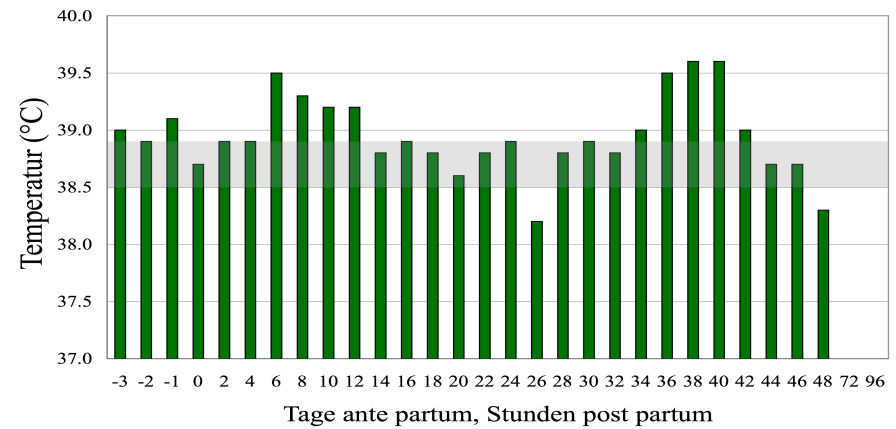
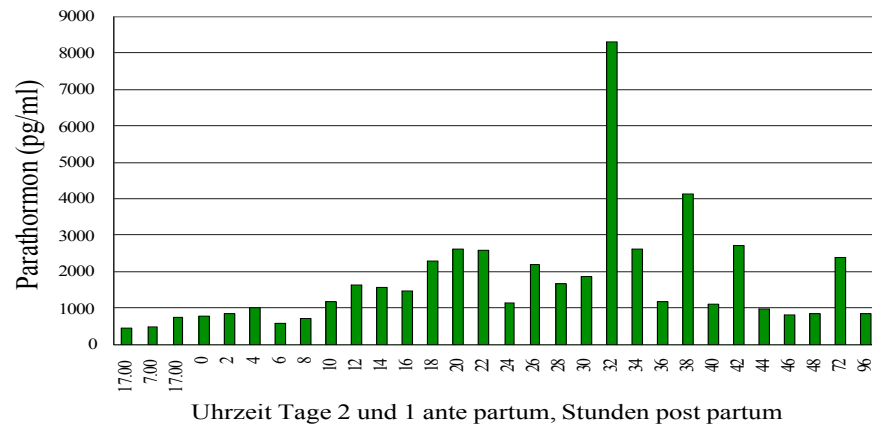
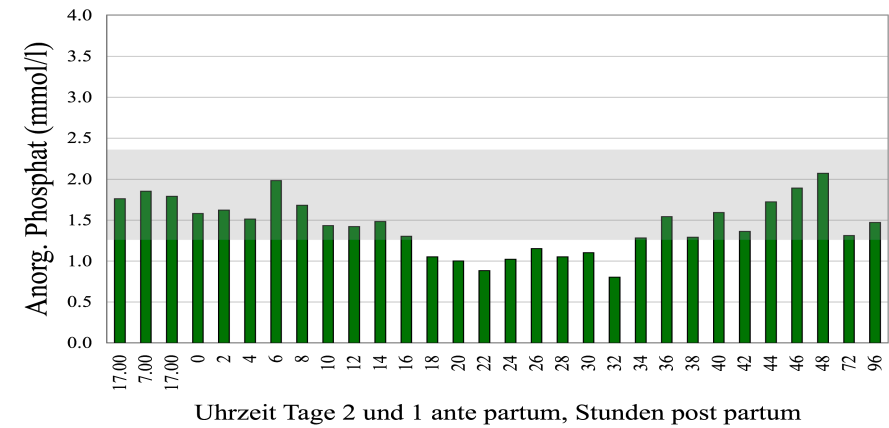
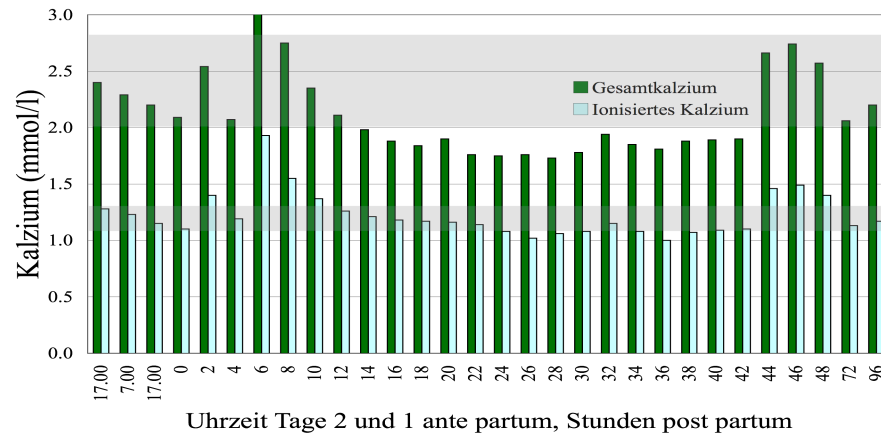
Kuh, Holstein Friesian, 8 Jahre, sechste Laktation, Festliegen 8 (für 1 Stunde), 22 (für 2 Stunden) und 42 Stunden (drohendes Festliegen) p.p., Therapie mit jeweils 500 ml Calcamyl 40 MP®

Kuh 8 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



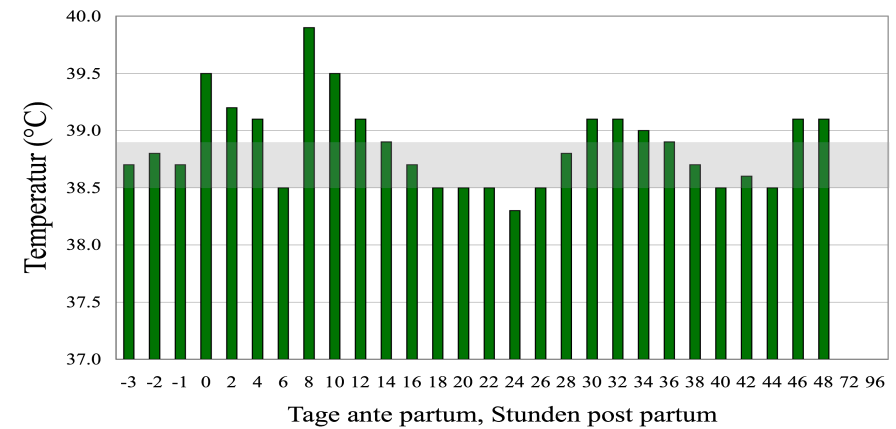
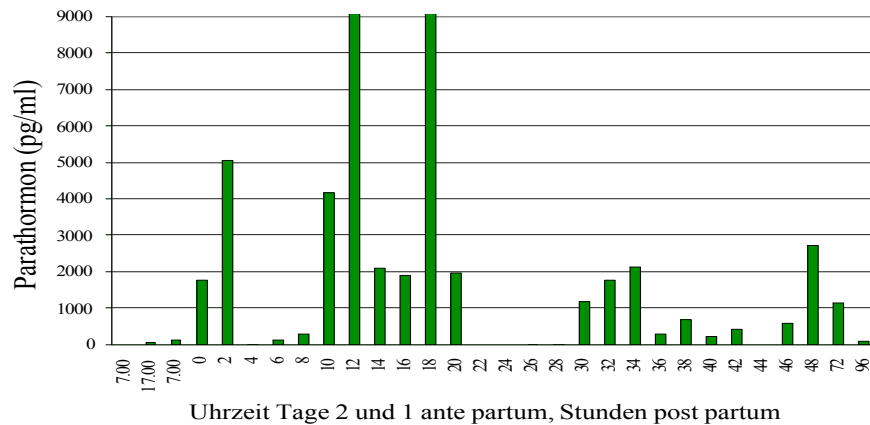
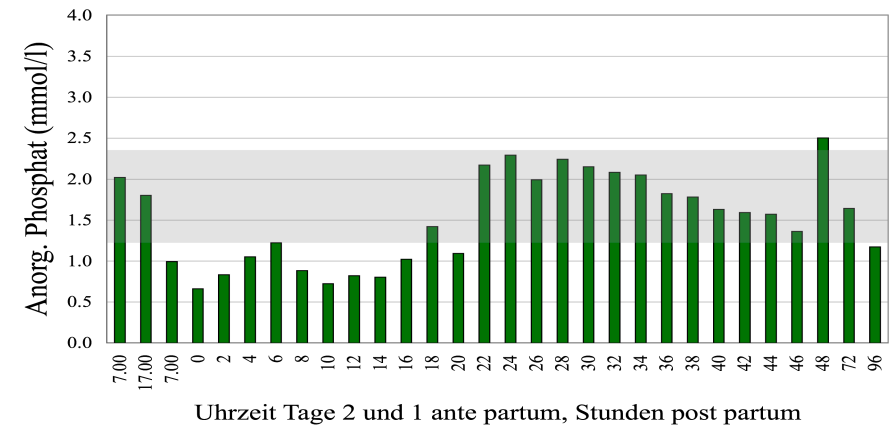
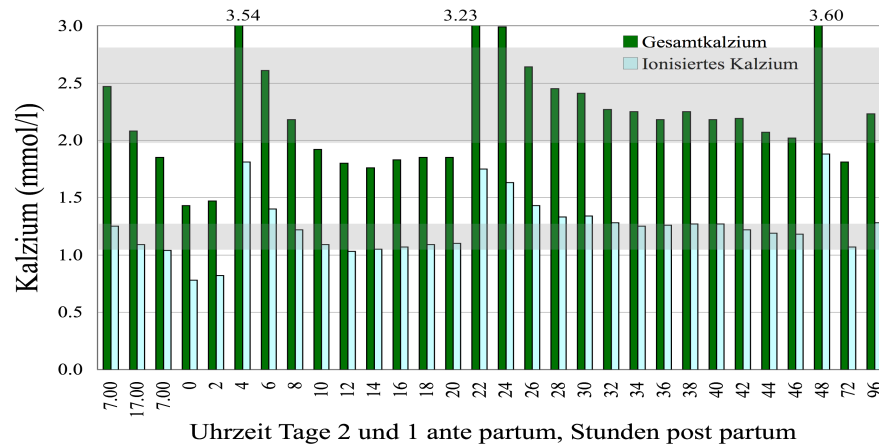
Kuh, Braunvieh, 9 Jahre 10 Monate, siebte Laktation, Zwillinge, kein Festliegen post partum, 34 Stunden p.p. + +Ketonkörper im Harn, Therapie mit 500 ml 5 % Glukoselösung, Retentio secundinarum

Kuh 9 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



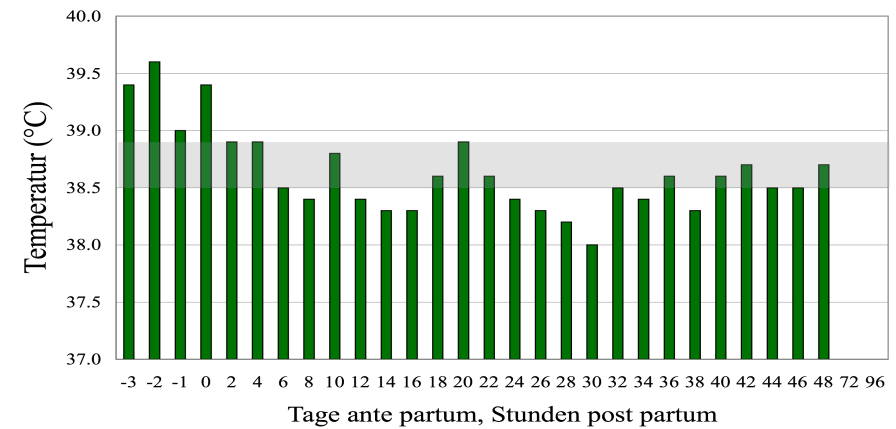
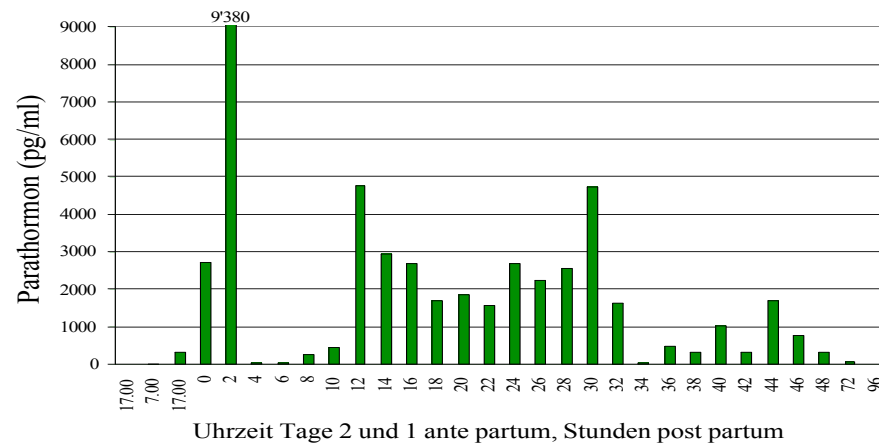
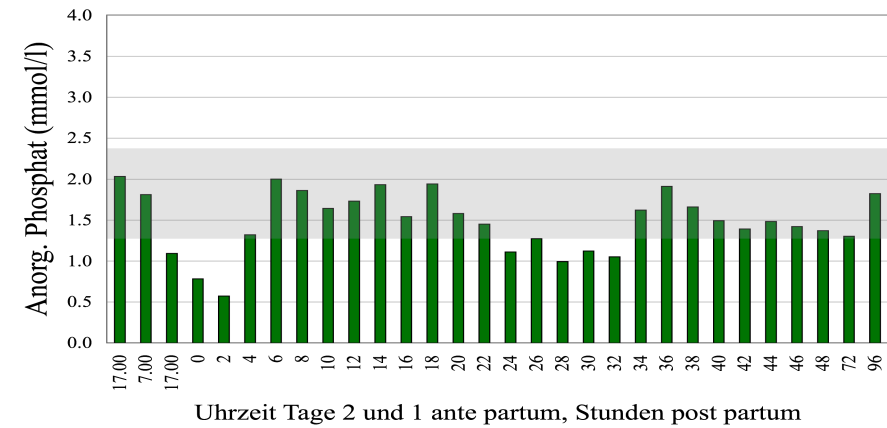
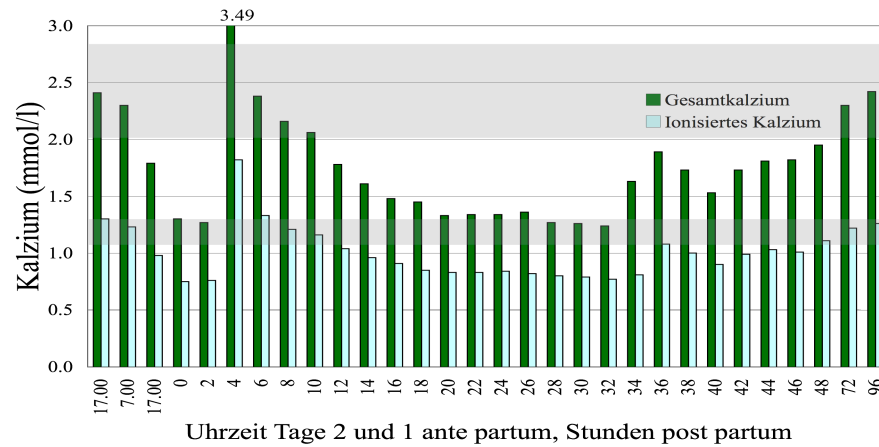
Kuh, Braunvieh, 6 Jahre 1 Monat, vierte Laktation, Festliegen 4 (für 2 Stunden) und 42 Stunden p.p. (für 15 min) Therapie jeweils mit 500 ml Calcamyl 40 MP® i.v. und 350 g Natriumdihydrogenphosphat p.o., bei 42 Stunden 500 ml Calcamyl 40 MP® im langsamen Tropf i.v.

Kuh 10 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



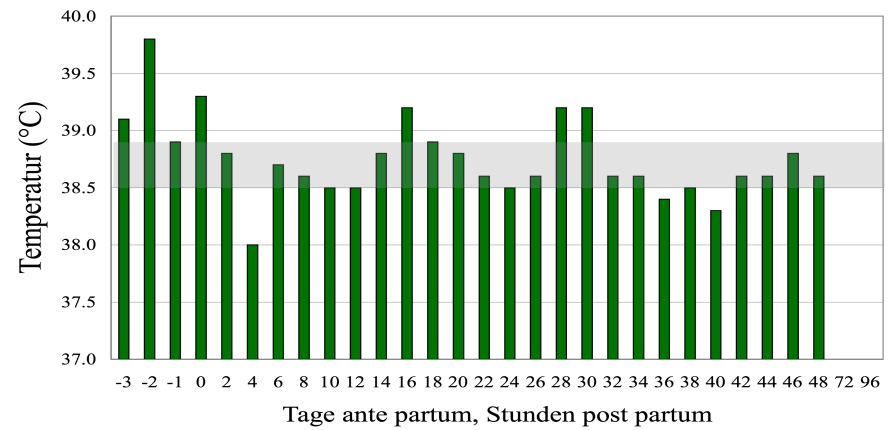
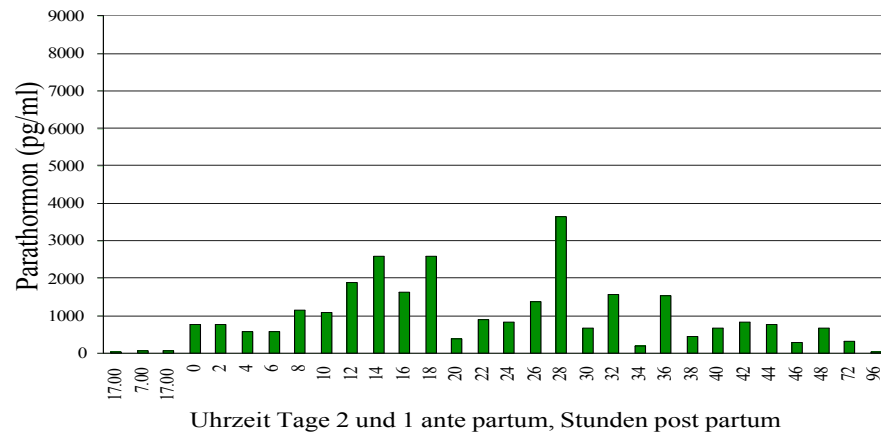
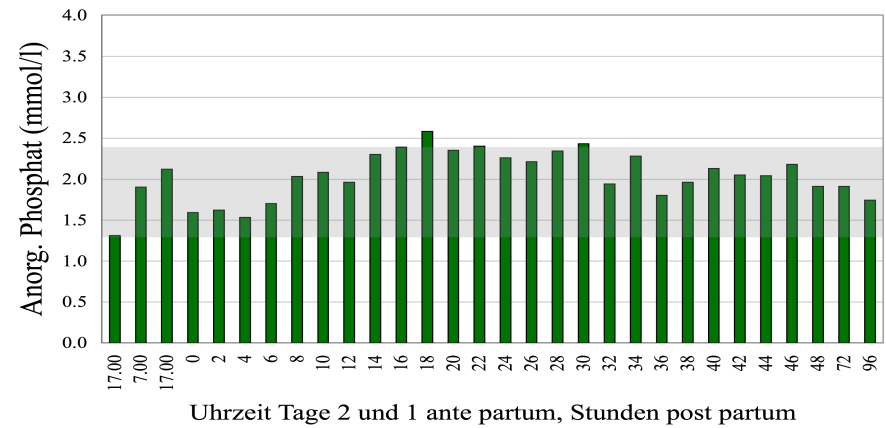
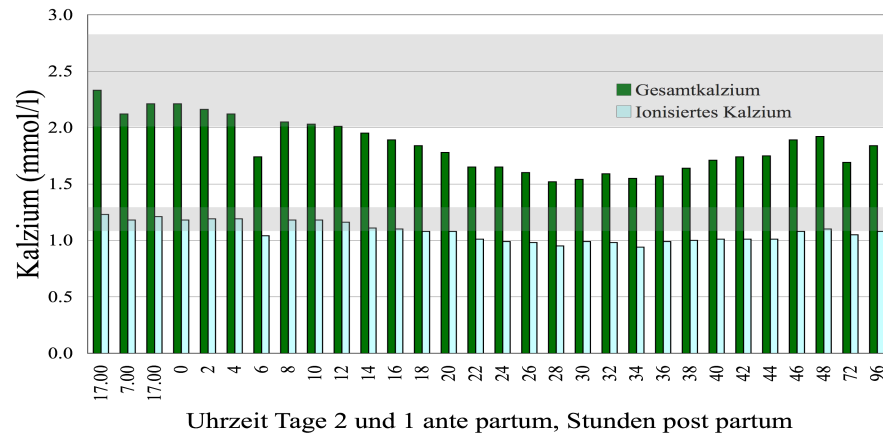
Kuh, Fleck, 8 Jahre 6 Monate, sechste Laktation, Festliegen 2 (für 40 Stunden), 46 Stunden p.p.(für mehrere Stunden), Therapie 2 Stunden p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® i.v., nicht aufgestanden; 20 Stunden p.p. erneut 500 ml Calcamyl 40 MP® i.v., aufgestellt mit Lift, 46 Stunden p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® und 350g Natriumdihydrogenphosphat p.o., stand danach auf

Kuh 11 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



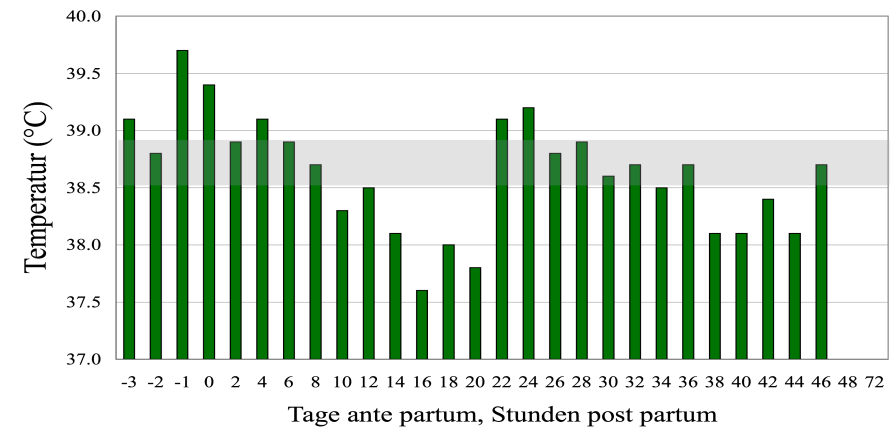
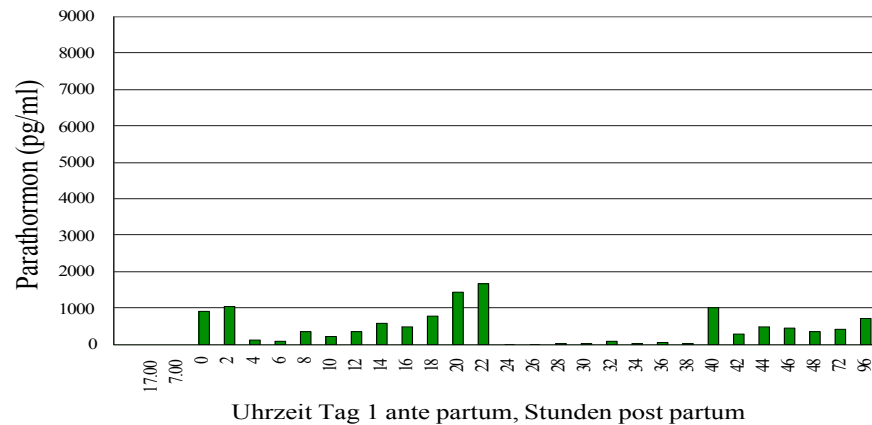
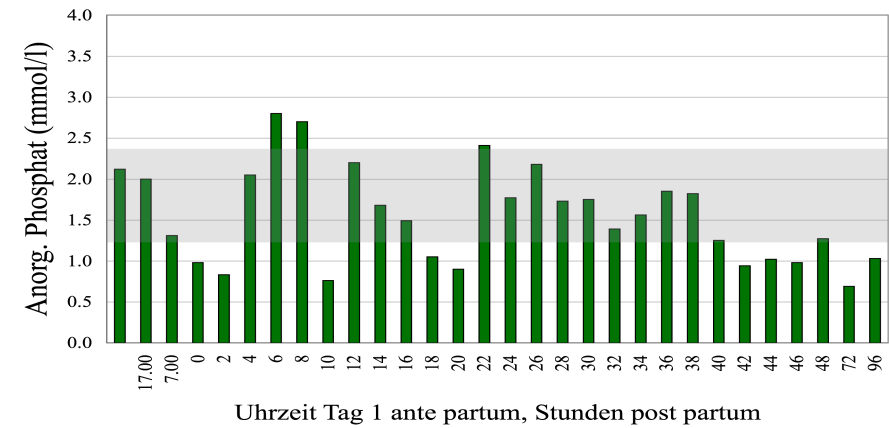
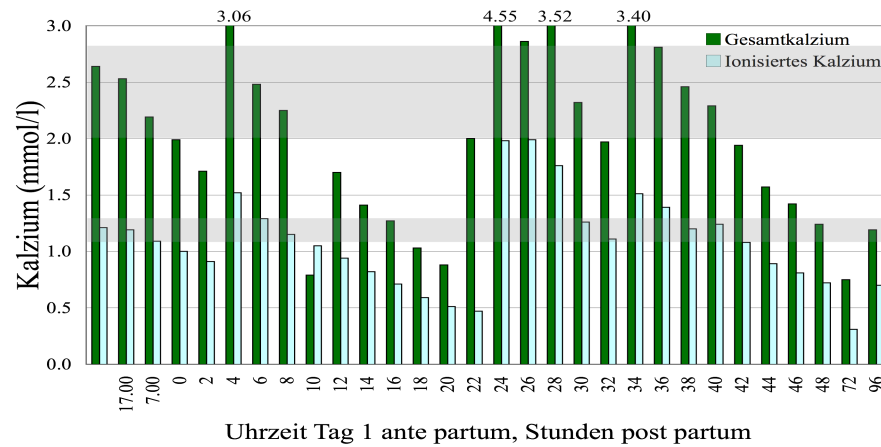
Kuh, Holstein Friesian, 9 Jahre 6 Monate, siebte Laktation, Festliegen 2 Stunden p.p. (für 2 Stunden), Therapie 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v., 34 Stunden p.p. drohendes Festliegen, Therapie mit 500 ml Glucamag[®] i.v. (80 g Kalziumglukonat, 42 g Magnesiumchlorid und 50 g Glukose enthaltend), Retentio secundinarum

Kuh 12 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



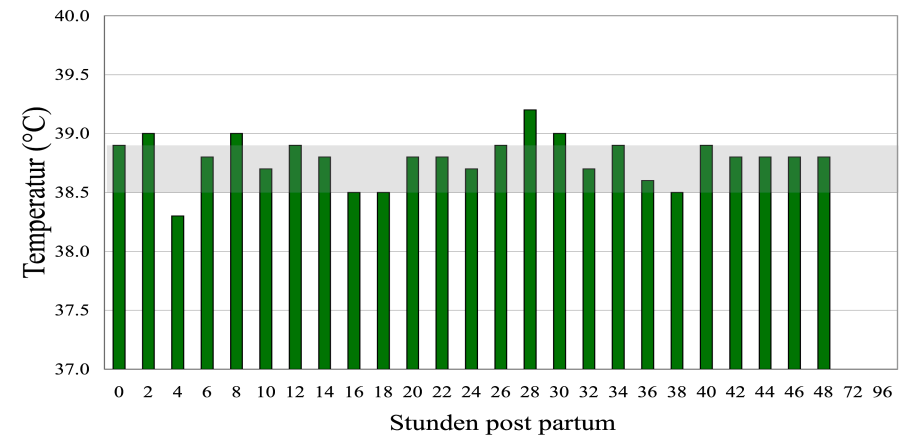
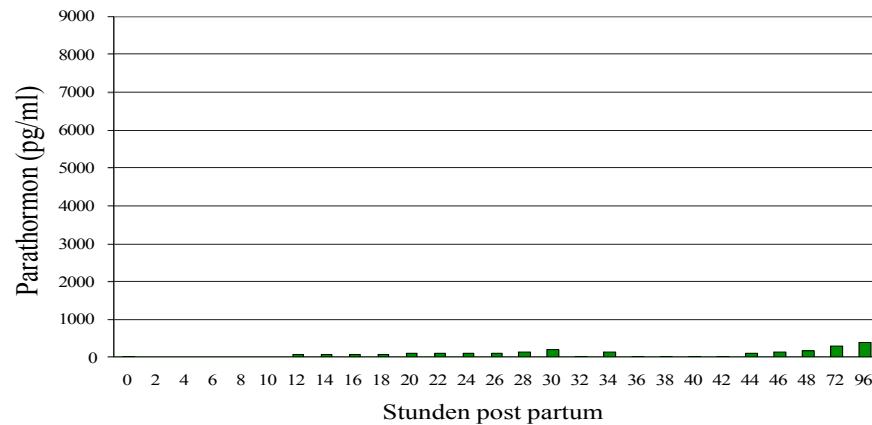
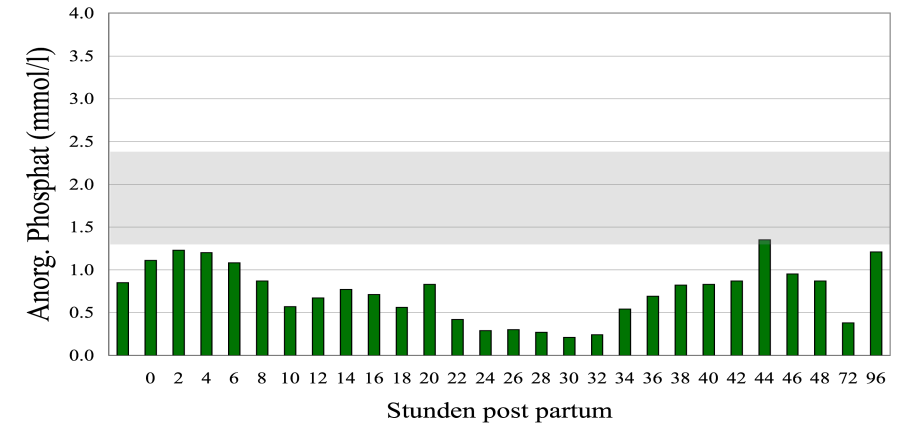
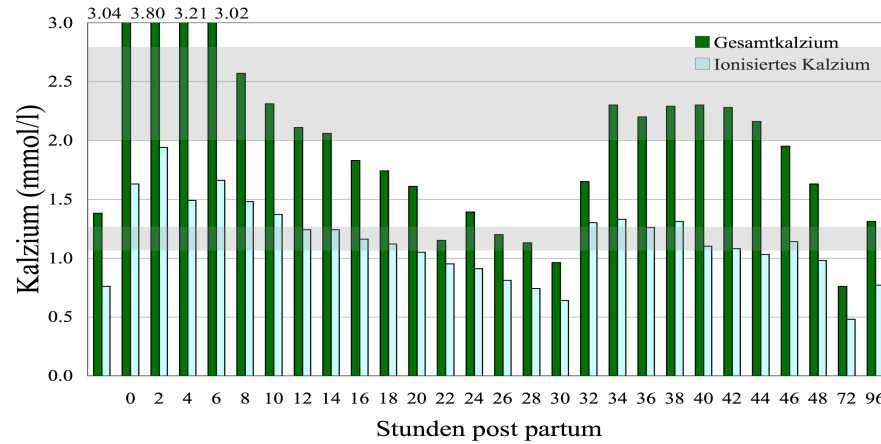
Kuh, Braunvieh, 6 Jahre 5 Monate, vierte Laktation, kein Festliegen p.p., Retentio secundinarum

Kuh 13 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



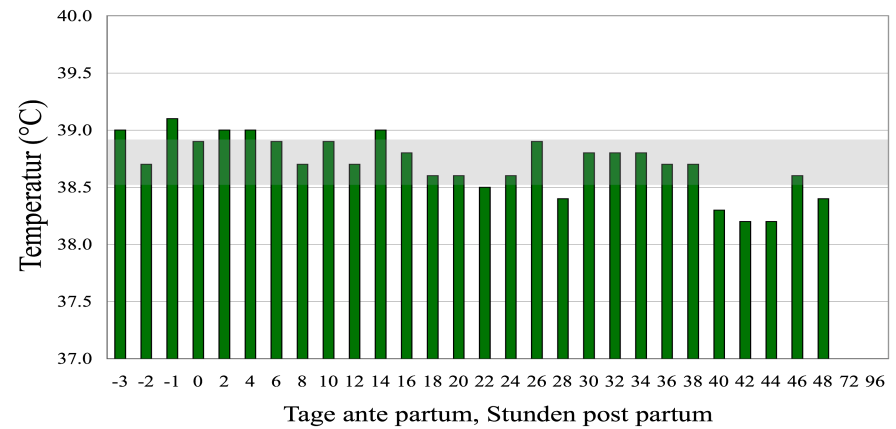
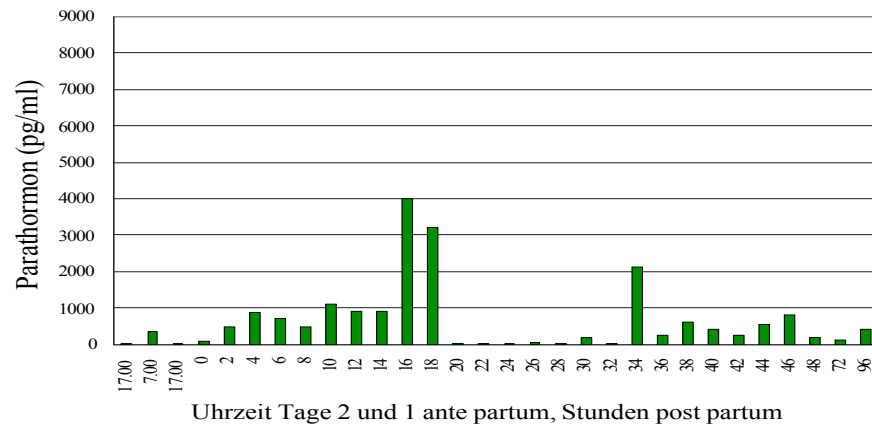
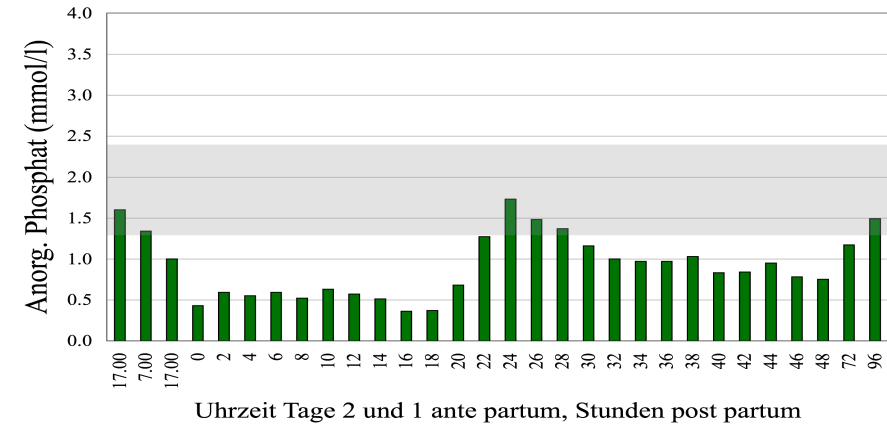
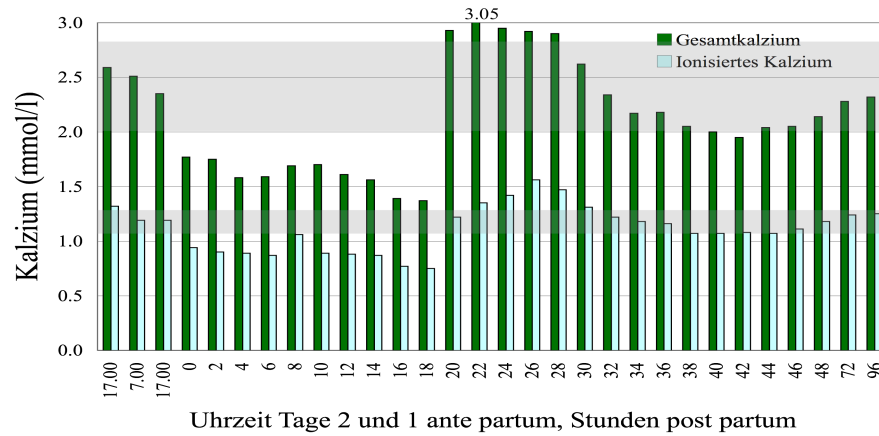
Kuh, Braunvieh, 7 Jahre 1 Monat, fünfte Laktation, Festliegen 2 (für 50 min), 20 (für 14 Stunden) und 72 Stunden p.p. (für 2 Stunden) Therapie jeweils 2, 20, 32 und 72 h p.p. mit 500ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. und 350 g Natriumdihydrogenphosphat p.o.

Kuh 14 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



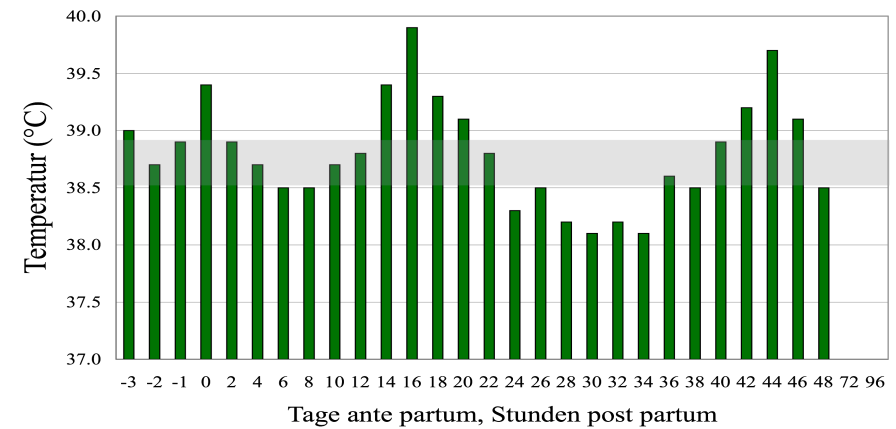
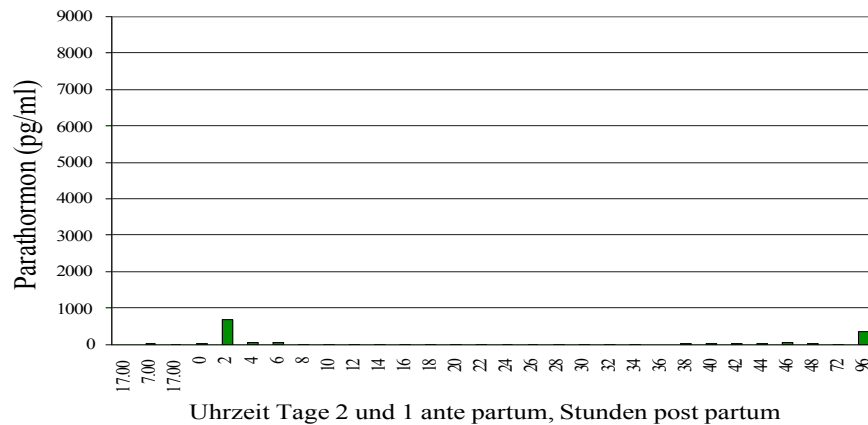
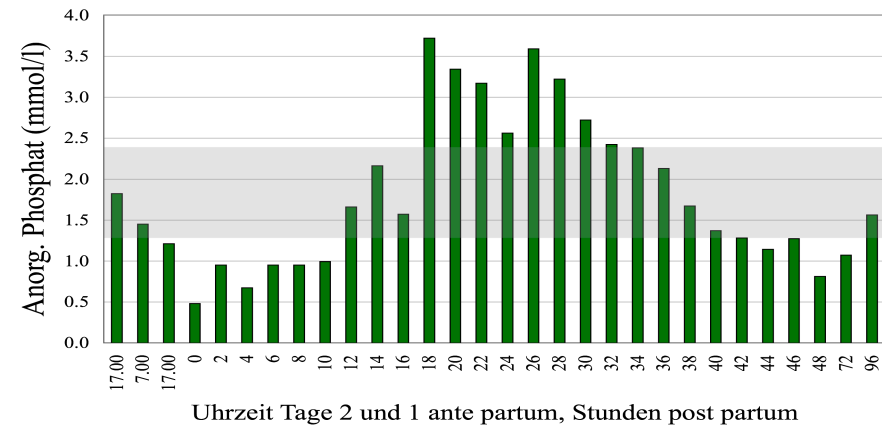
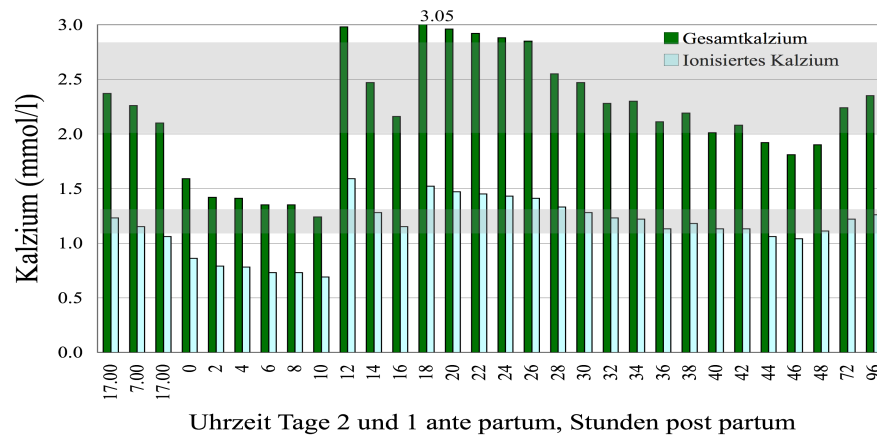
Kuh, Braunvieh, 7 Jahre 3 Monate, fünfte Laktation, Torsio ante partum mit Festliegen (für 20 min), Festliegen 30 Stunden p.p. (für 6 Stunden), Therapie mit 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. ante partum und 30 h p.p., 36 Stunden p.p. erneut 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. im langsamen Tropf, 42 Stunden p.p. 350 g Natriumdihydrogenphosphat p.o., 72 Stunden p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v.

Kuh 15 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



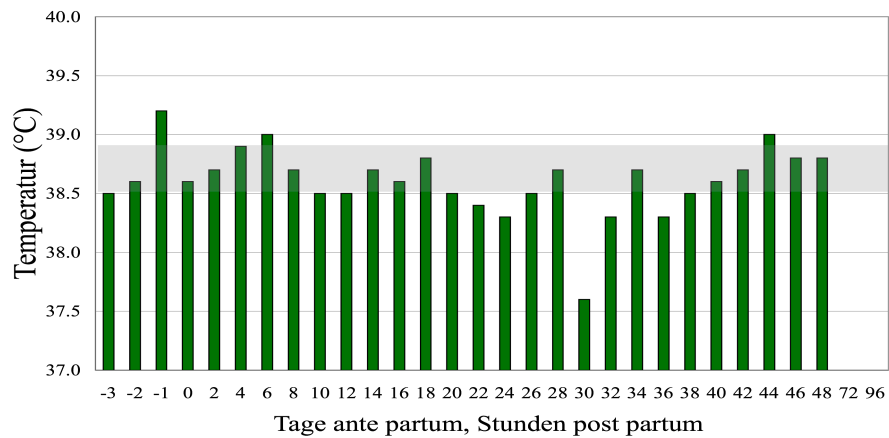
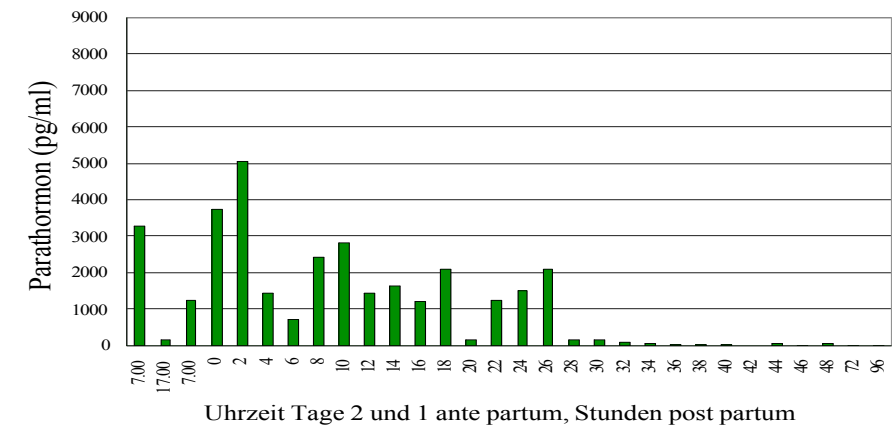
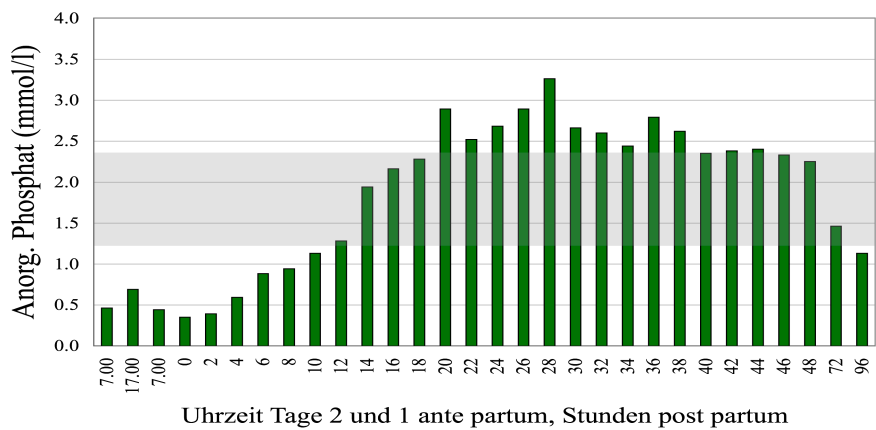
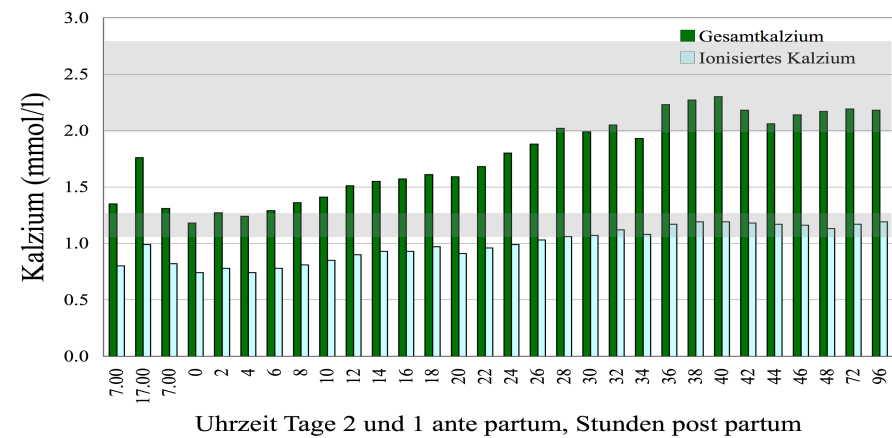
Kuh, Braunvieh, 6 Jahre 5 Monate, vierte Laktation, Festliegen 18 (für 30 min) und 20 Stunden p.p. (für 30 min). Therapie 18 Stunden p.p. mit 500 ml Calcamyl 40 MP® i.v. im Sturz, 20 Stunden p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® im langsamen Tropf i.v., Retentio secundinarum

Kuh 16 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



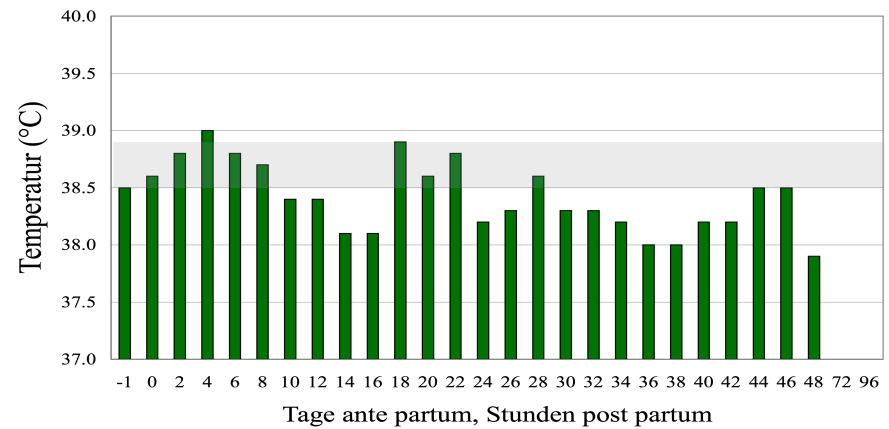
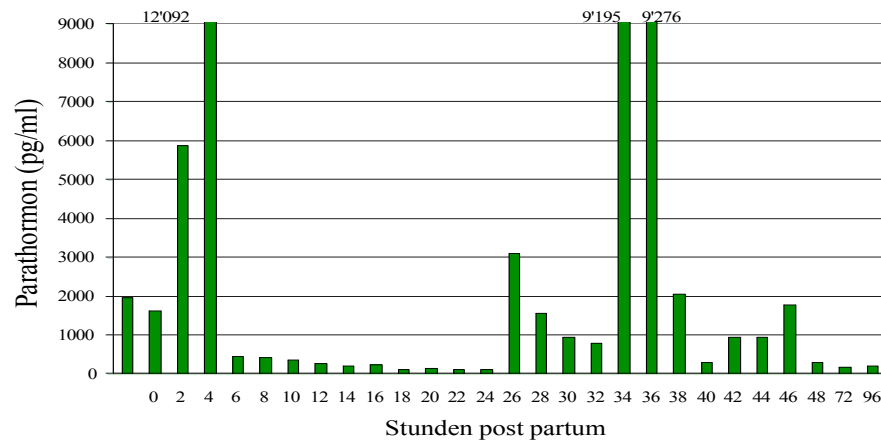
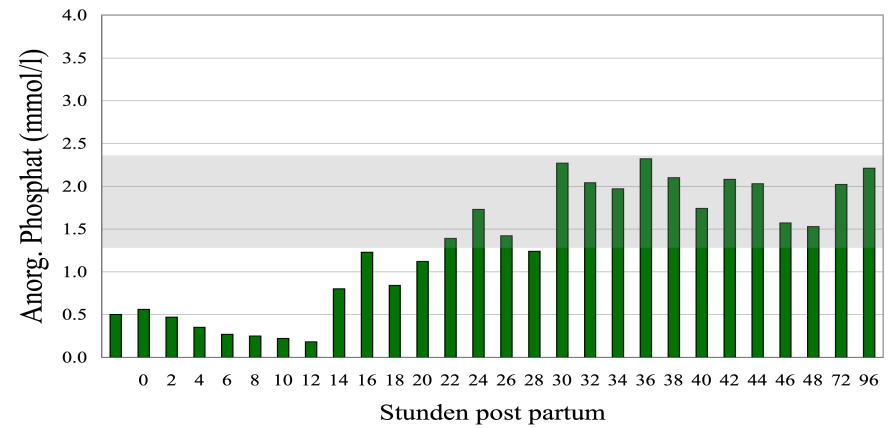
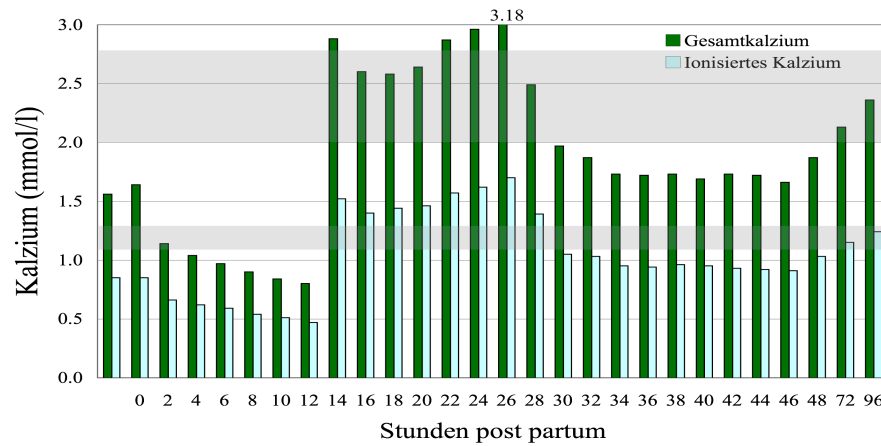
Kuh, Fleck, 7 Jahre, fünfte Laktation, Festliegen 10 Stunden p.p. (für 20 min). Therapie 500ml Calcamyl 40 MP[®] i.v., 18 und 40 Stunden p.p. drohendes Festliegen, jeweils 500 ml Calcamyl 40 MP[®] im langsamen Tropf i.v., 18 Stunden p.p. akute Mastitis behandelt mit Cloxacillin-Colistin[®] Injektor i. mam. und Phenylbutazon i.v.

Kuh 17 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



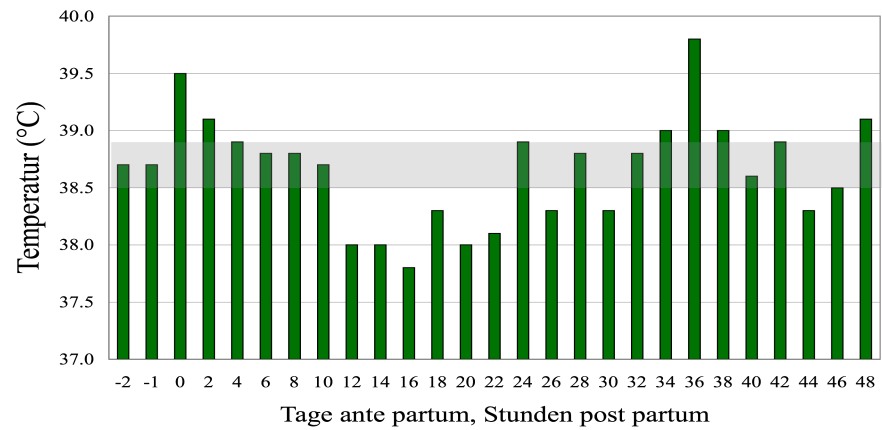
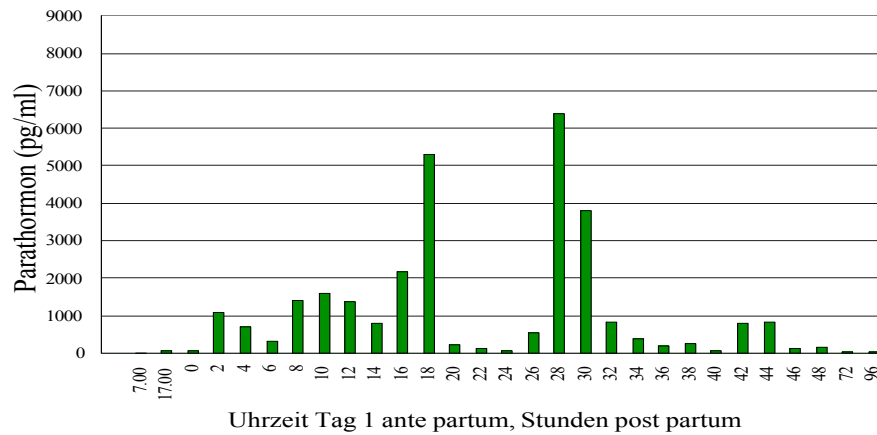
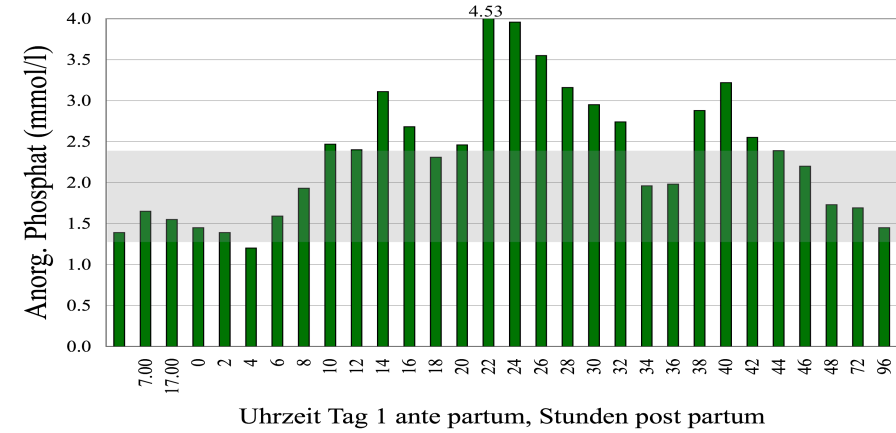
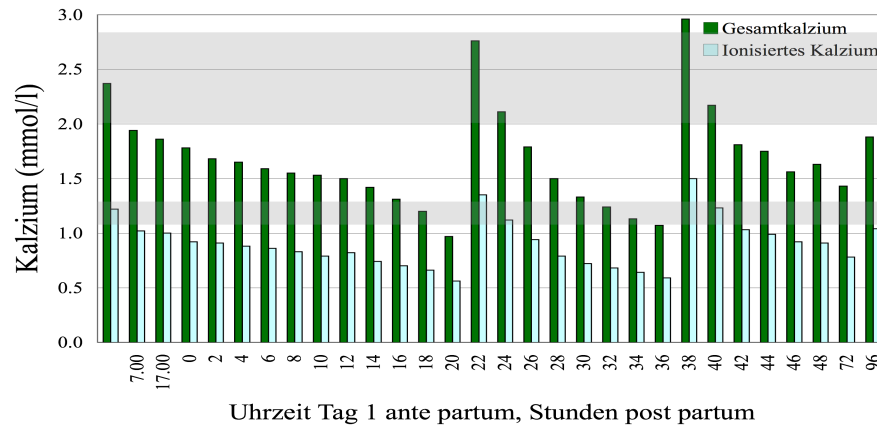
Kuh, Fleck, 10 Jahre, achte Laktation, kein Festliegen p.p.

Kuh 18 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



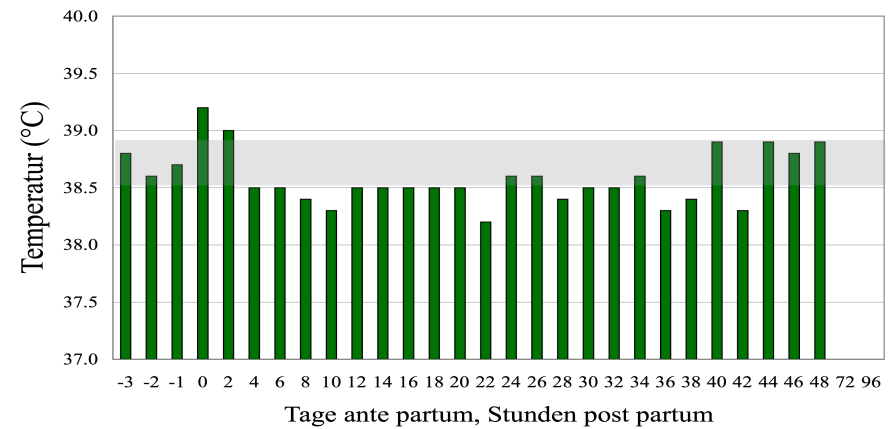
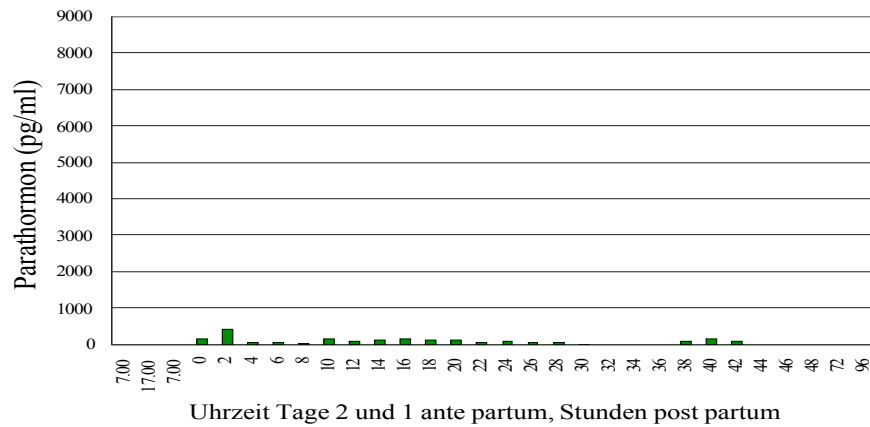
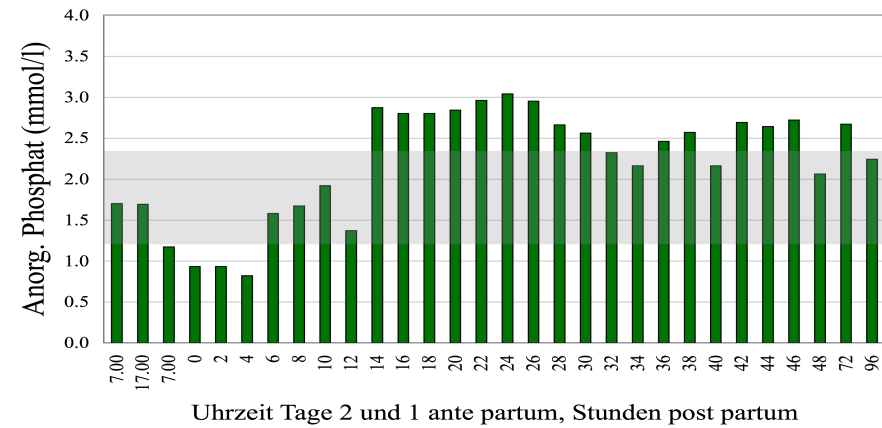
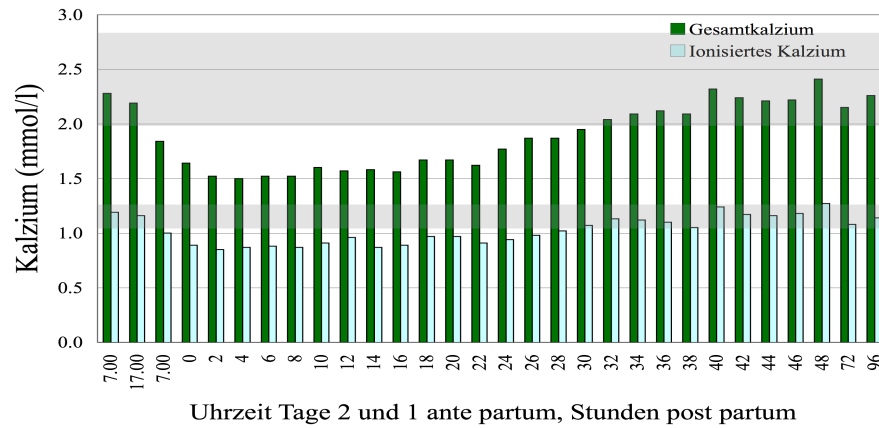
Kuh, Fleck, 7 Jahre 2 Monate, fünfte Laktation, Festliegen 12 Stunden p.p.(für 8 Stunden), Therapie 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v., 16 Stunden p.p. immer noch festliegend, 500 ml Calcamyl 40 MP[®] im langsamen Tropf i.v.

Kuh 19 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



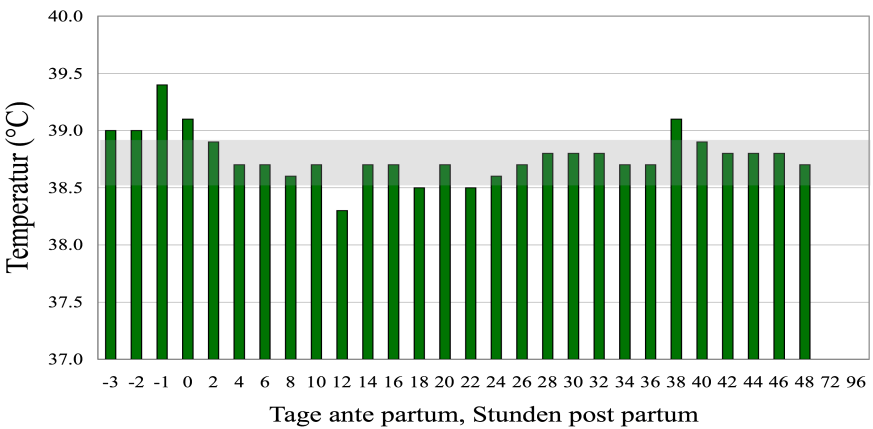
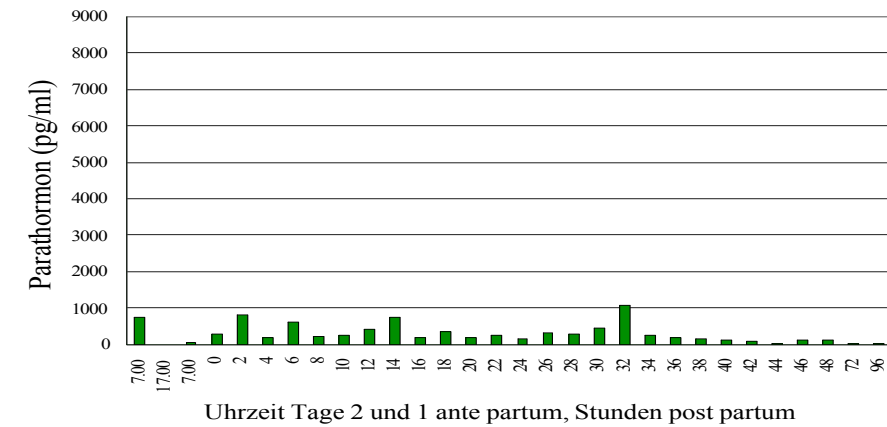
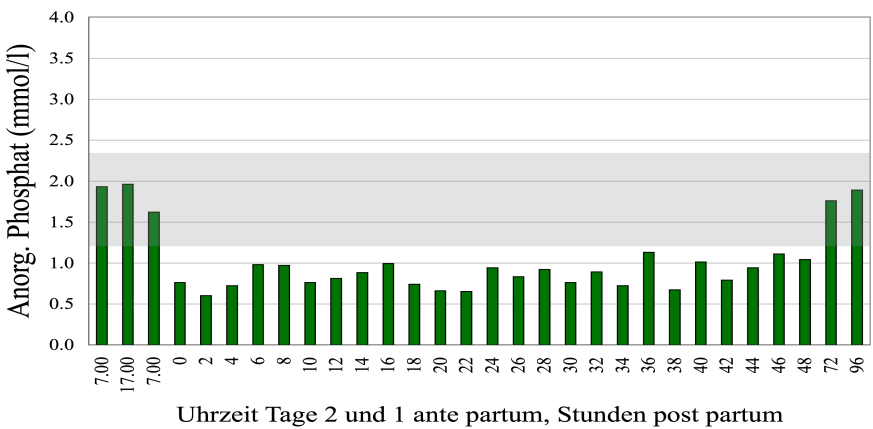
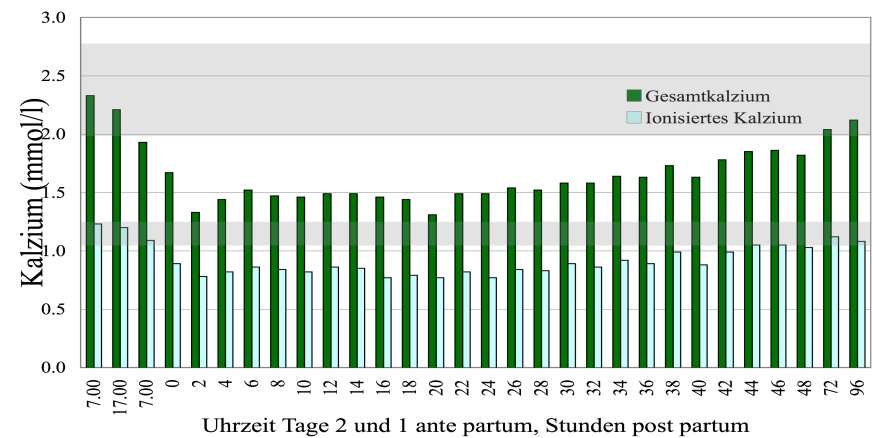
Kuh, Braunvieh, 7 Jahre 5 Monate, fünfte Laktation, Zwillinge, Festliegen 22 (für 30 min) und 36 Stunden p.p. (für 10 min), Therapie 22 und 36 Stunden 500 ml Calcamyl 40 MP® i.v., Retentio secundinarum

Kuh 20 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



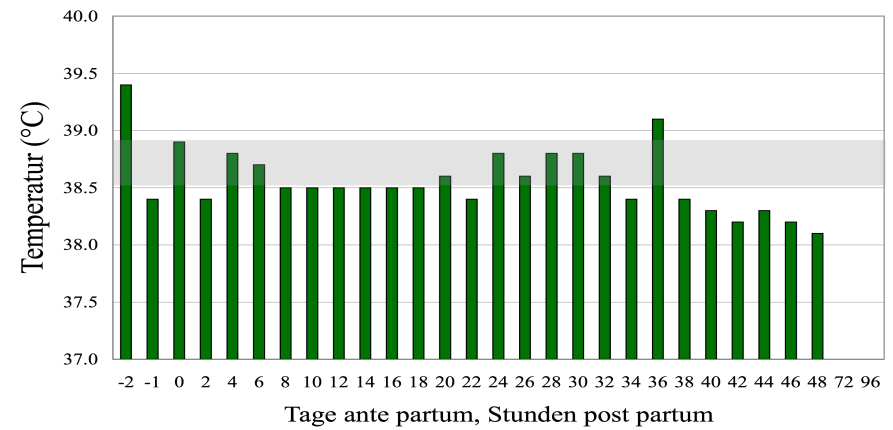
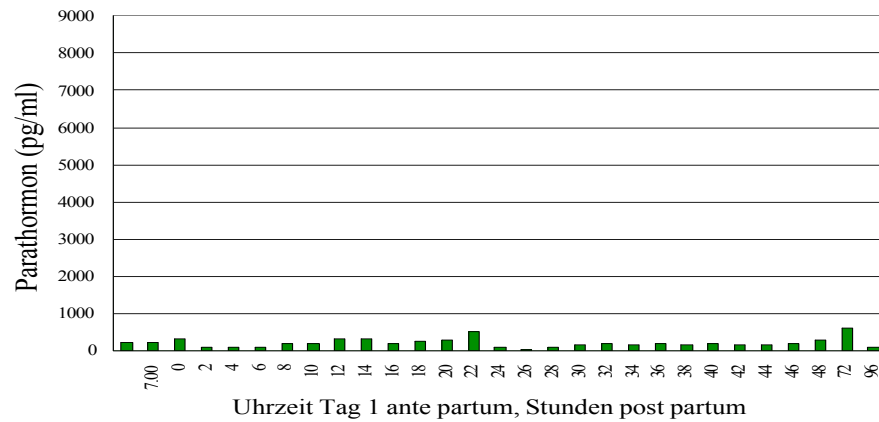
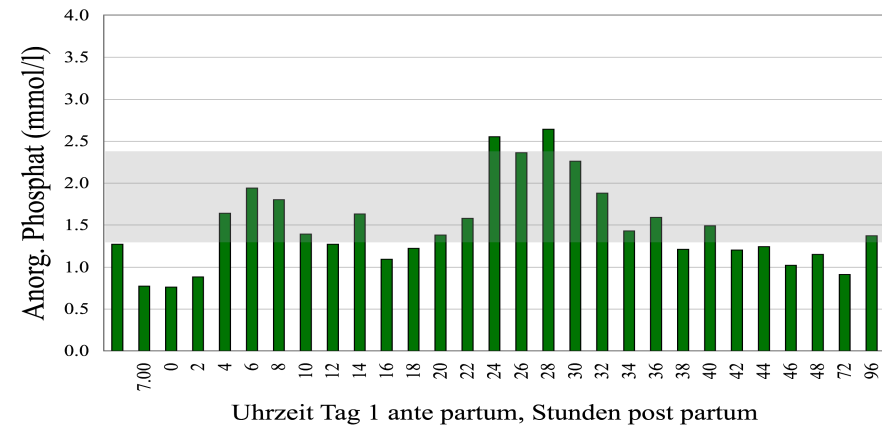
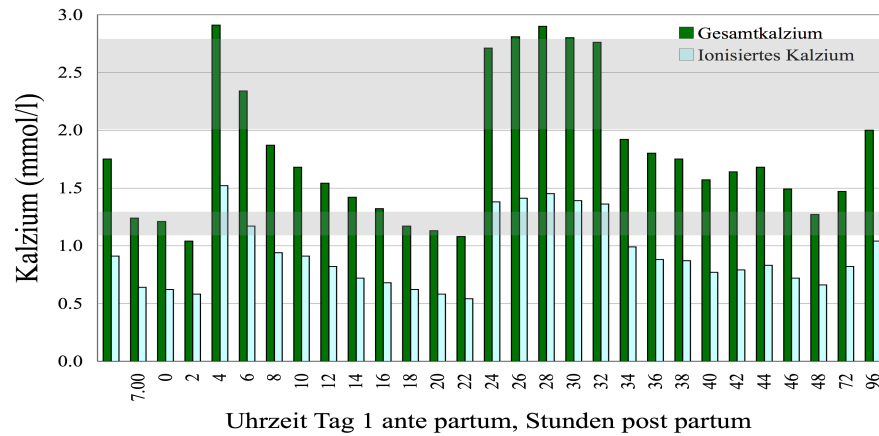
Kuh, Fleck, 9 Jahre 11 Monate, siebte Laktation, kein Festliegen post partum

Kuh 21 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



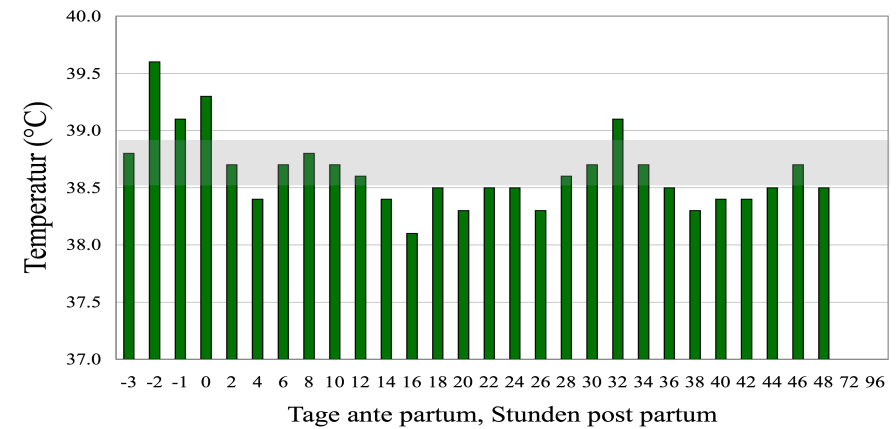
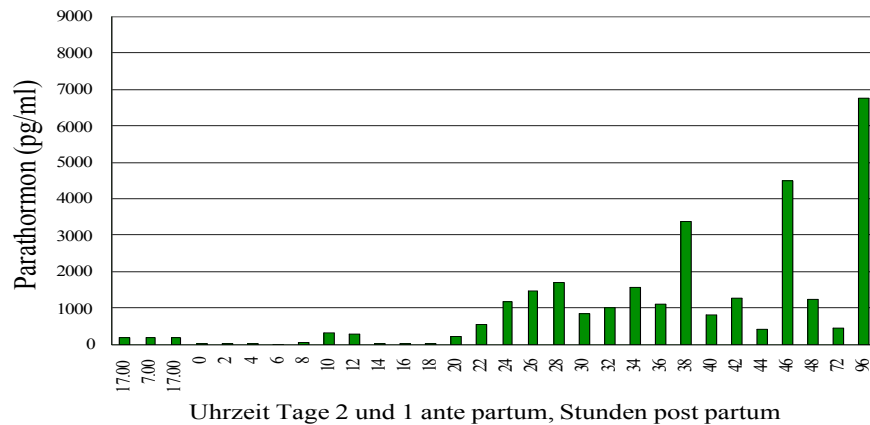
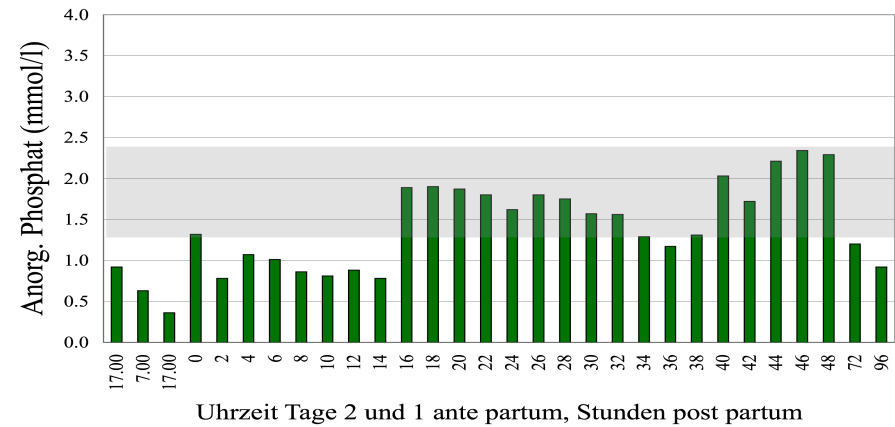
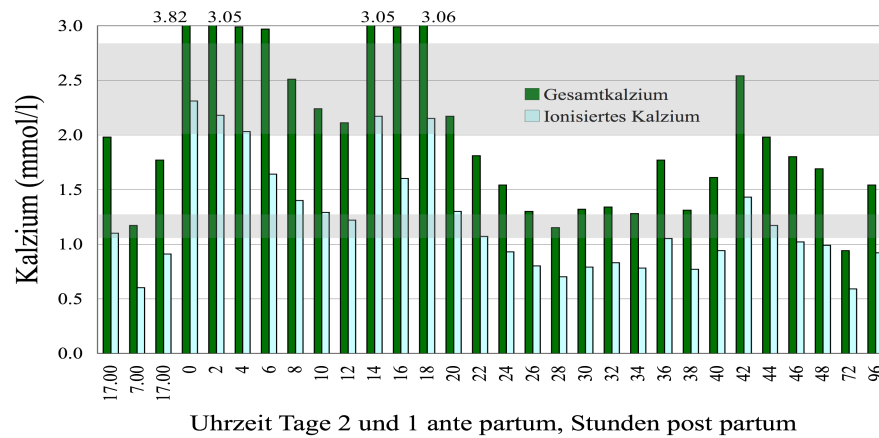
Kuh, Holstein Friesian, 8 Jahre 7 Monate, sechste Laktation, kein Festliegen p.p.

Kuh 22 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



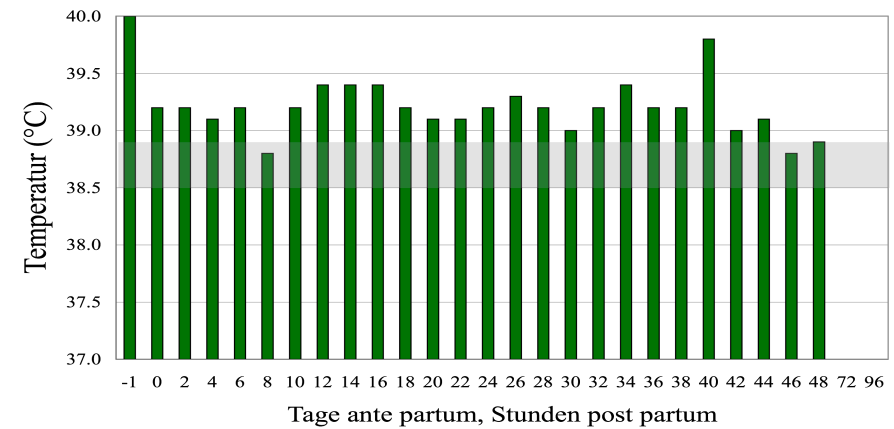
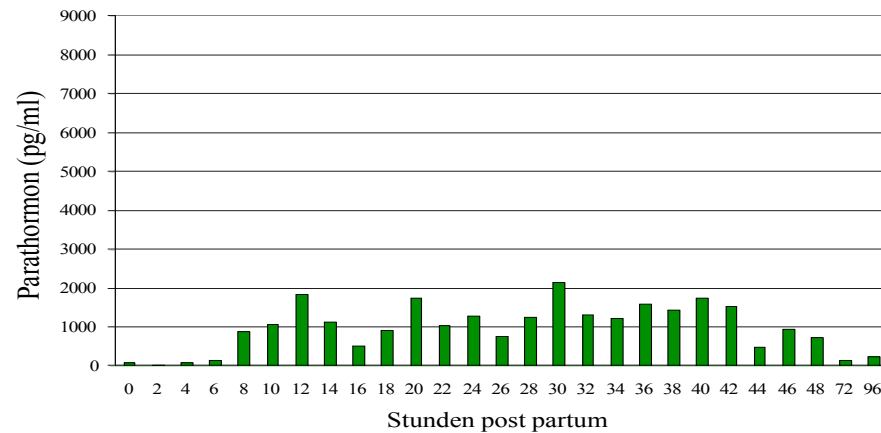
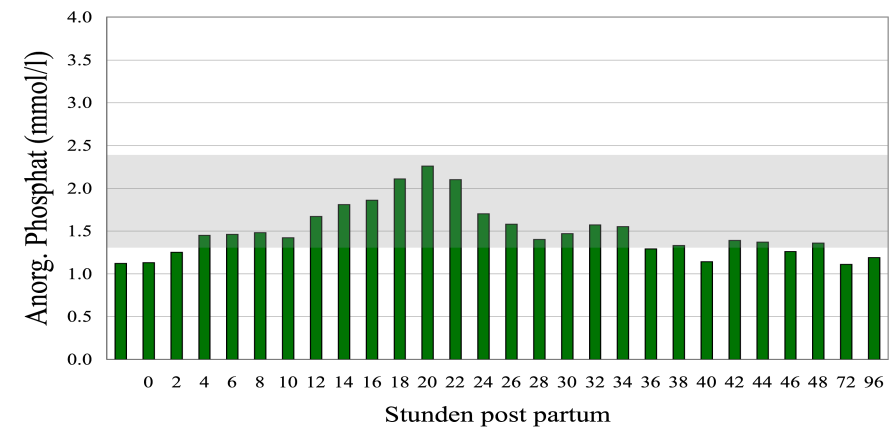
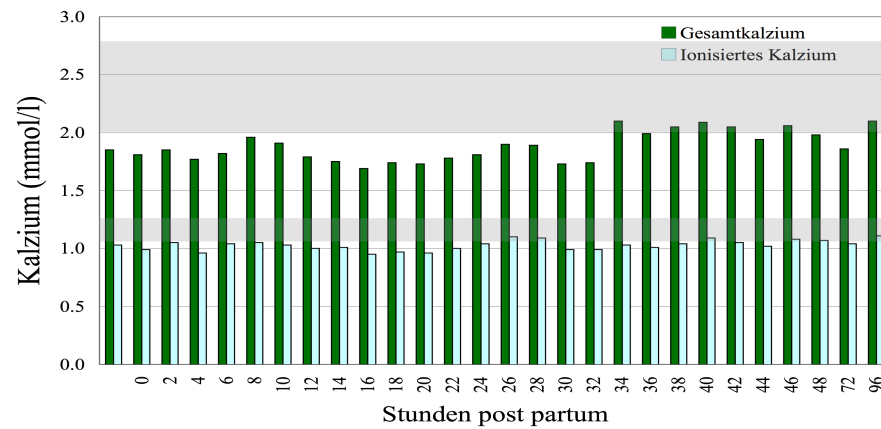
Kuh, Braunvieh, 8 Jahre 11 Monate, sechste Laktation, Festliegen 2 (für 40 min) und 22 Stunden p.p. (für 30 min). Therapie beide Male mit 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v., 48 Stunden p.p. drohendes Festliegen erneut 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v.

Kuh 23 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



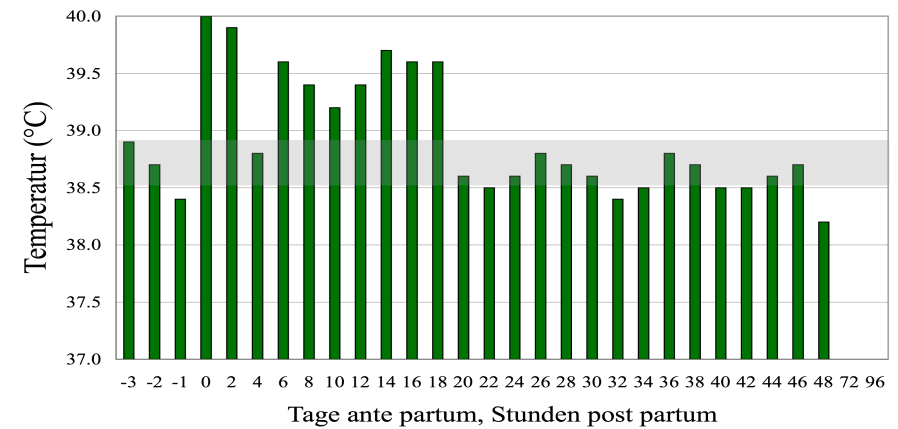
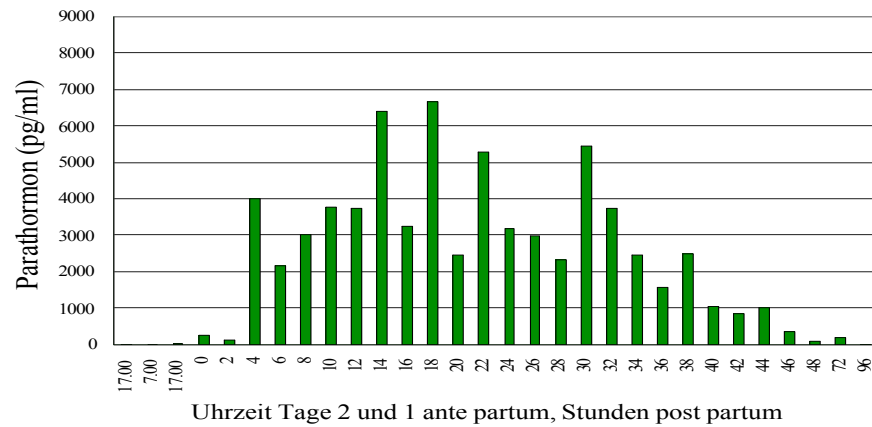
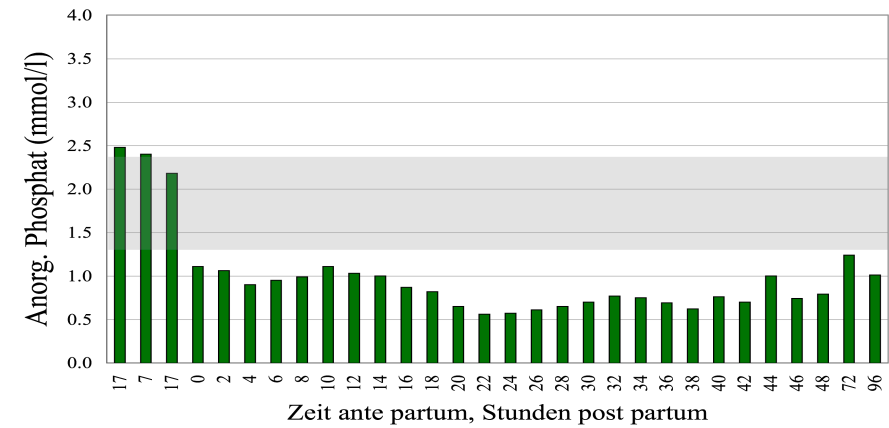
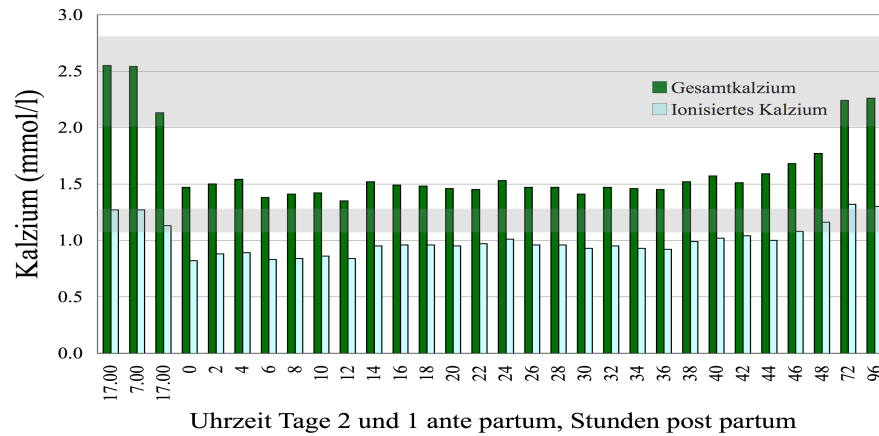
Kuh, Fleck, 6 Jahre 10 Monate, vierte Laktation, Festliegen a.p., Torsio intra partum, Sectio. Therapie: 500 ml Calcamyl 40 MP® 10 Stunden a.p. im Sturz, 4 Stunden a.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® im langsamen Tropf, 1 Stunde p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® im Sturz, 12 Stunden p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® im langsamen Tropf, 28 Stunden p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® im langsamen Tropf, 34 und 42 Stunden p.p. 500 ml Calcamyl 40 MP® i.v., zusätzlich 18 und 22 Stunden p.p. Oxytetracyclin i.v. und 500 mg Flunixin meglumin i.v., nie aufgestanden, mehrmals täglich mit Lift aufgestellt, 4 Tage p.p. zusätzlich rechtsseitige Labmagenverlagerung. Euthanasie.

Kuh 24 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



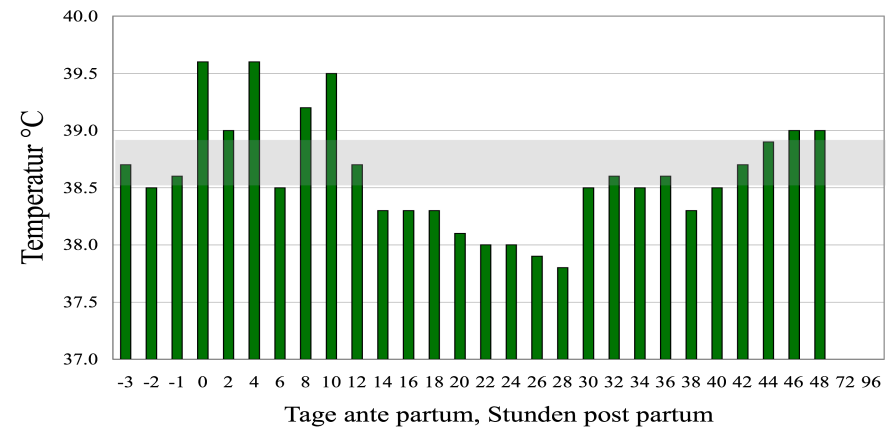
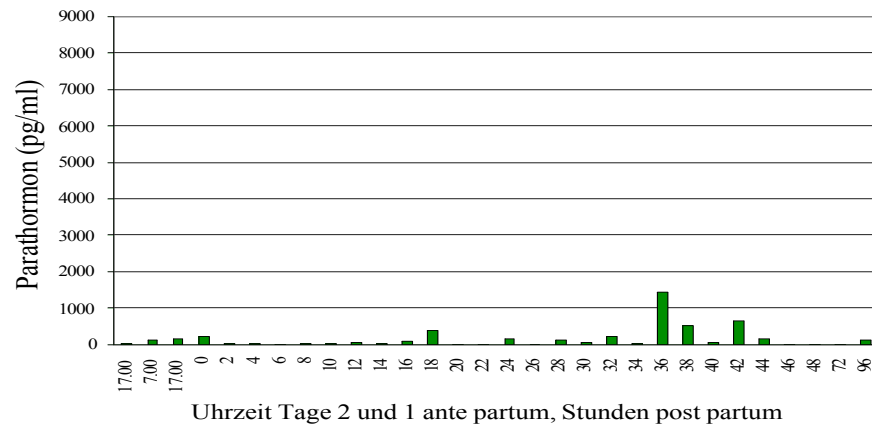
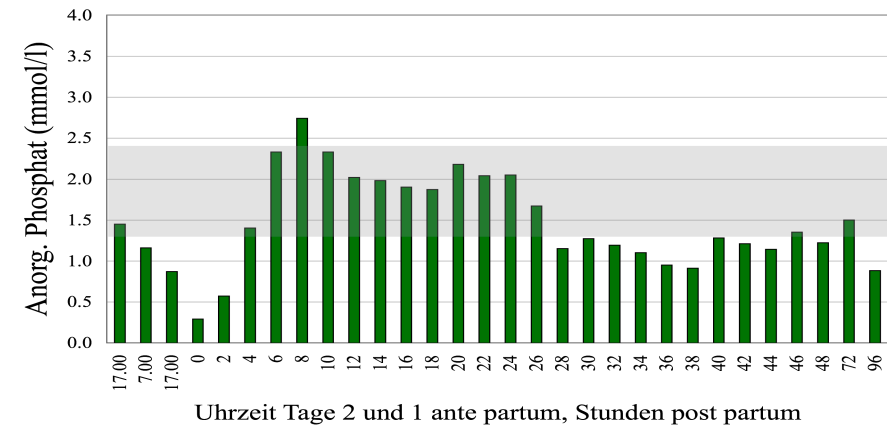
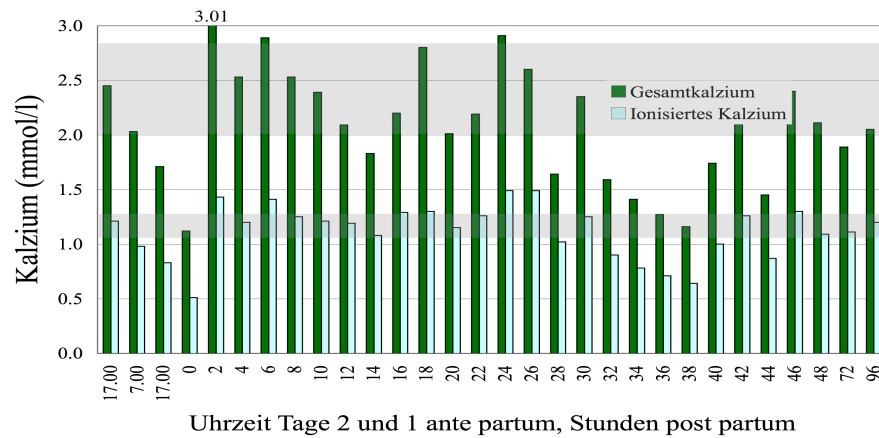
Kuh, Holstein Friesian, 10 Jahre 1 Monat, achte Laktation, kein Festliegen p.p., 2 Tage p.p. Bronchopneumonie und Mastitis 3 Tage p.p., Therapie mit 3.6 g Danafloxacin (20 ml Advocid®) i.v. und 75 mg Cefquinom (8 g Cobactan®LC) i. mam.

Kuh 25 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



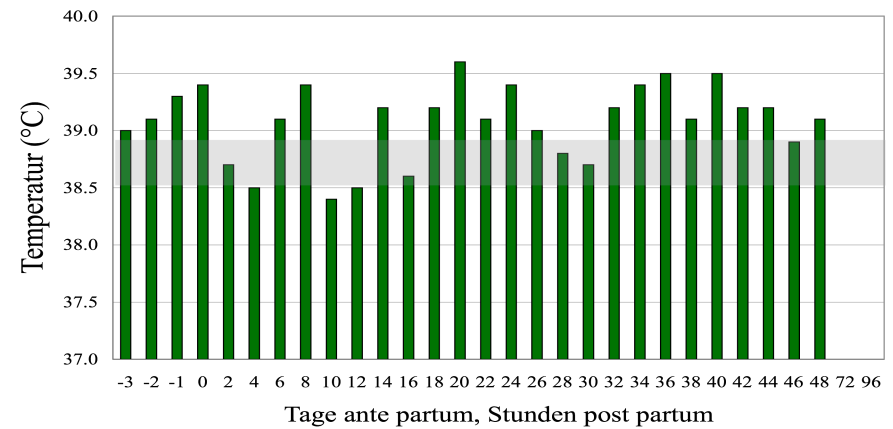
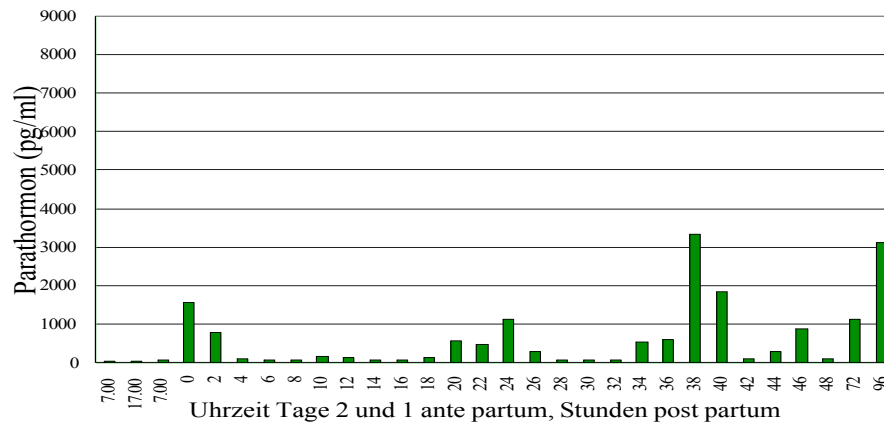
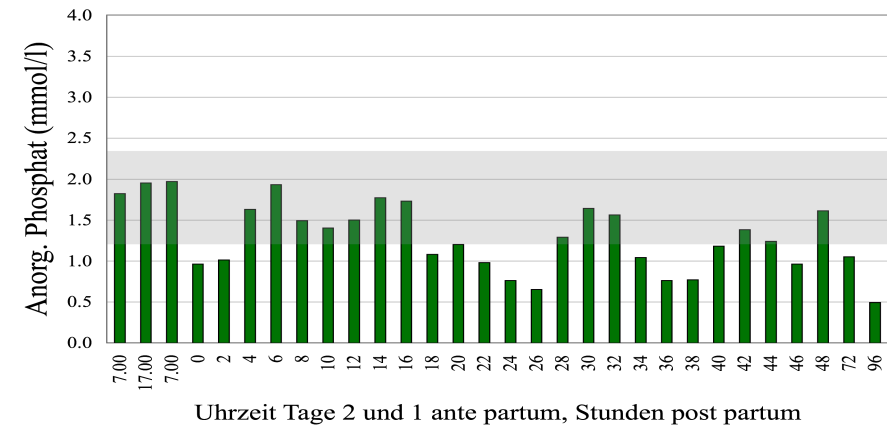
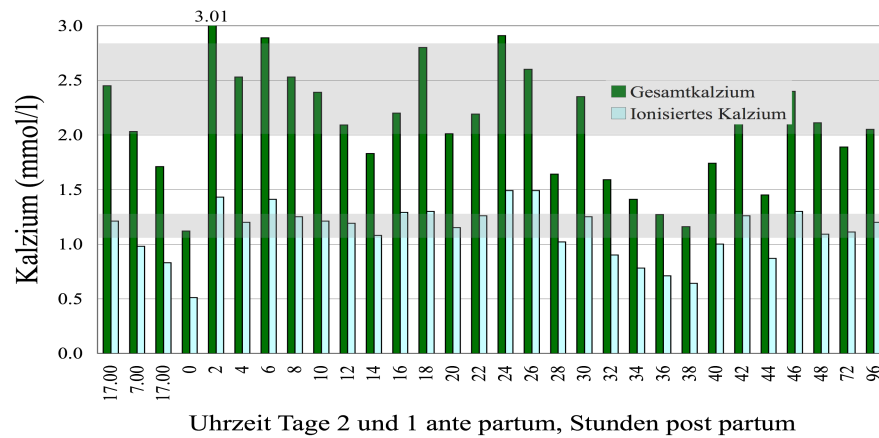
Kuh, Fleck, 10 Jahre 7 Monate, achte Laktation, kein Festliegen p.p., Retentio secundinarum, Ketose

Kuh 26 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



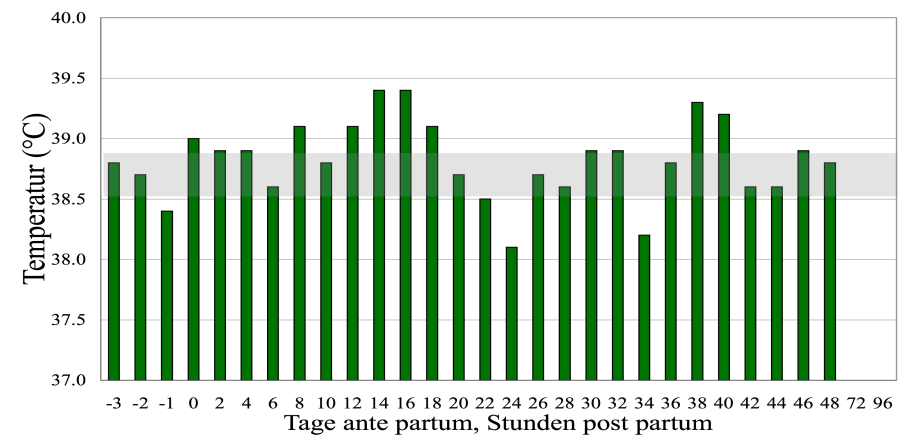
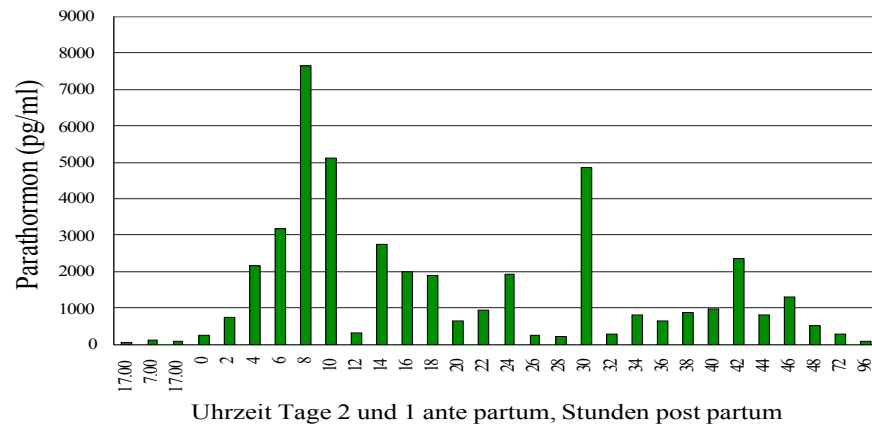
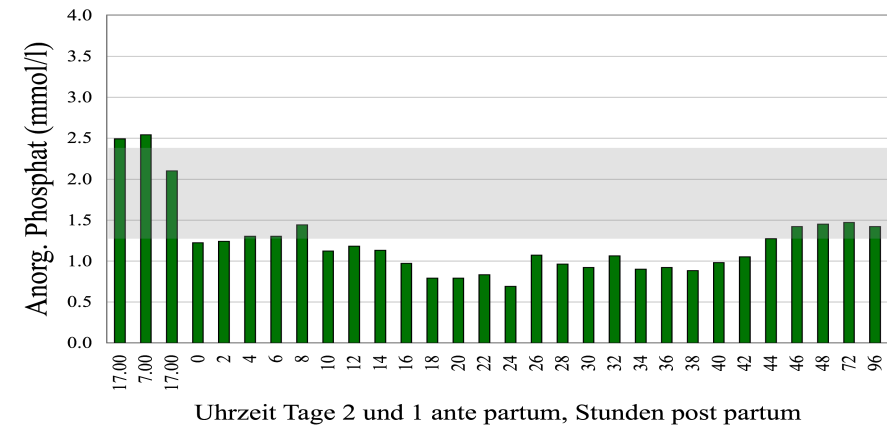
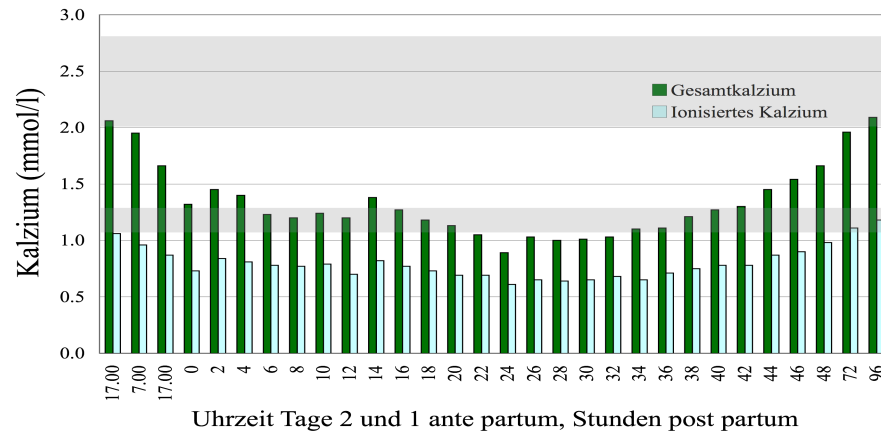
Kuh, Fleck, 8 Jahre, sechste Laktation, Festliegen 2 Stunden p.p. (für 10 Stunden). Therapie mit 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. im Sturz; liegt 4 Stunden p.p. immer noch, 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. im langsamen Tropf; 16 Stunden p.p. erneutes Festliegen (für 1 Stunde), 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. im Sturz; 38 Stunden p.p. Festliegen (für 3 Stunden), 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. im Sturz

Kuh 27 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



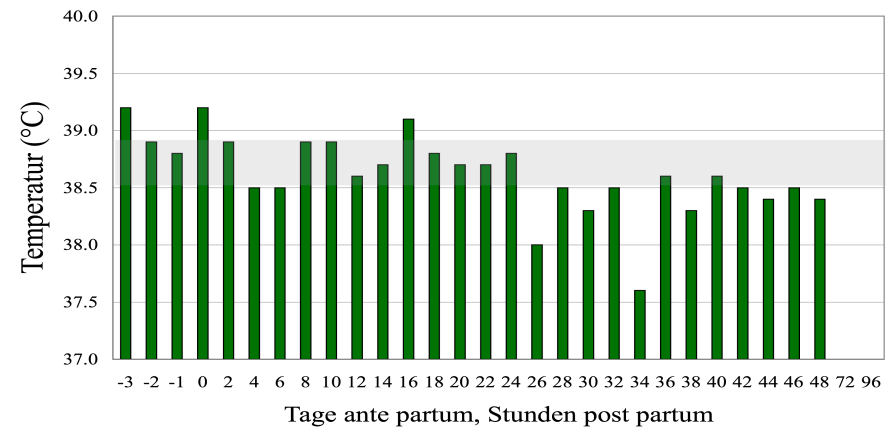
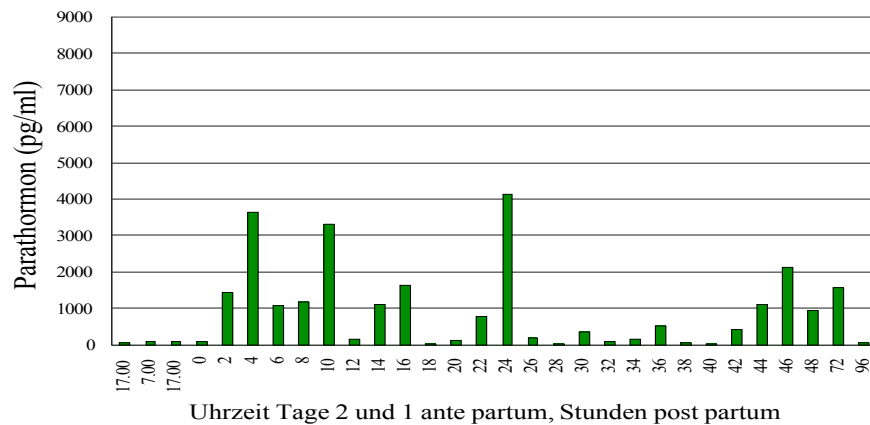
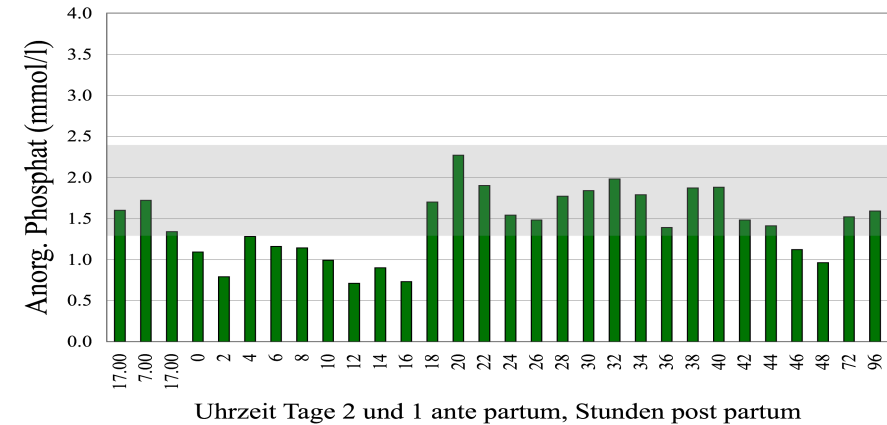
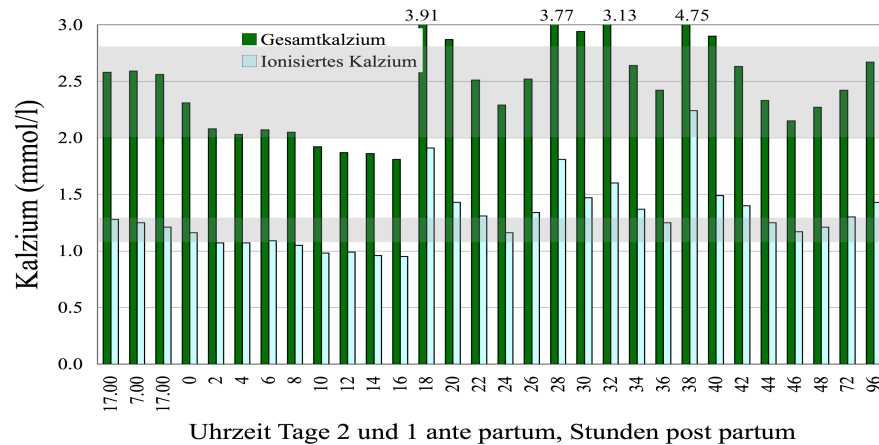
Kuh, Fleck, 5 Jahre, dritte Laktation, Zwillinge, Festliegen 2 Stunden p.p. (für 28 Stunden). Therapie 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v., 12 Stunden p.p. immer noch festliegend, erneut 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v.; 26 Stunden p.p. weiter Festliegen, 500 ml Calcamyl 40 MP[®] im langsamen Tropf; nach 30 Stunden p.p. aufgestanden; 40 Stunden p.p. erneut festliegend, Therapie mit 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v.; noch einmal 500 ml Calcamyl 40 MP[®] 48 Stunden p.p., Retentio secundinarum

Kuh 28 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



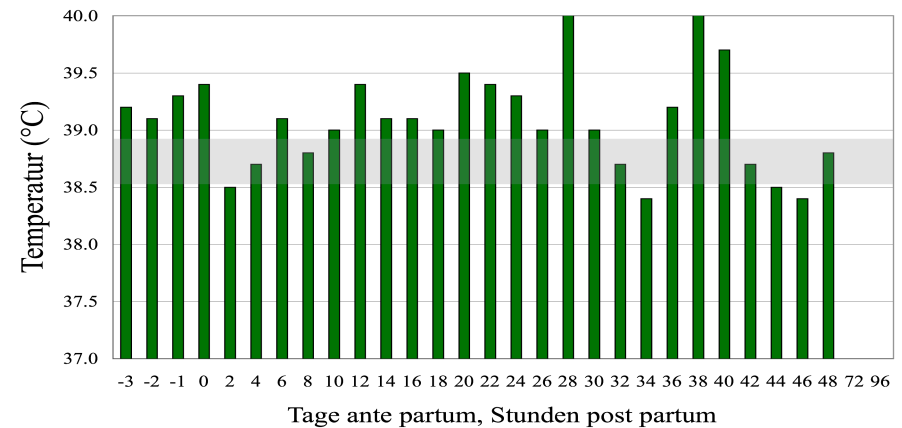
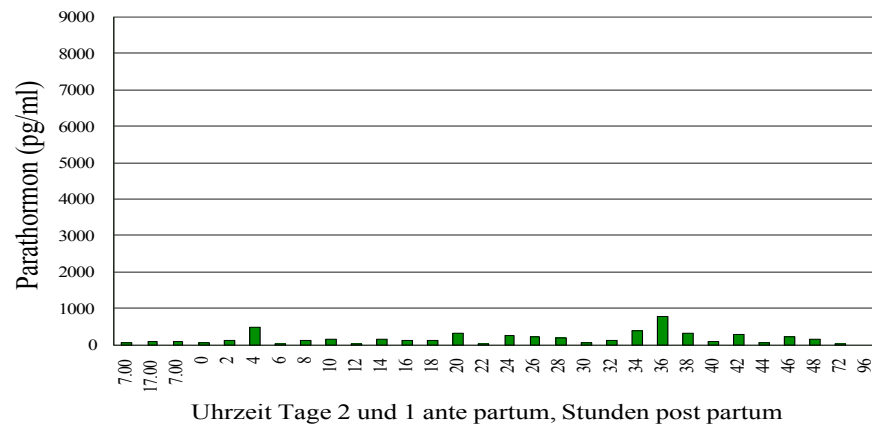
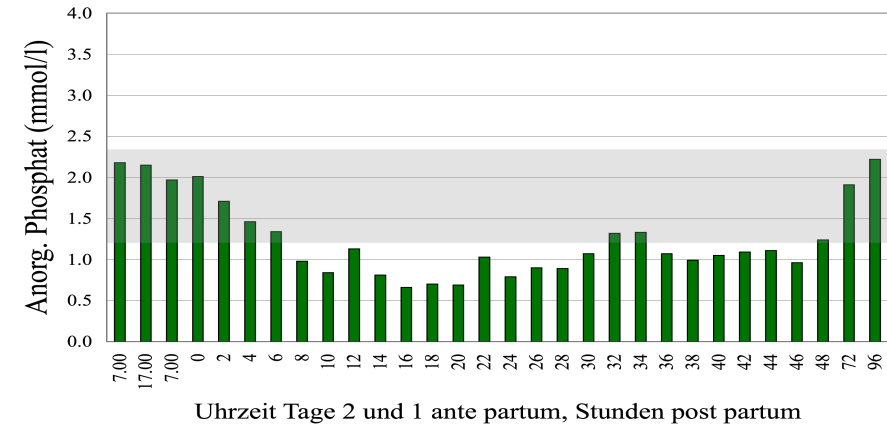
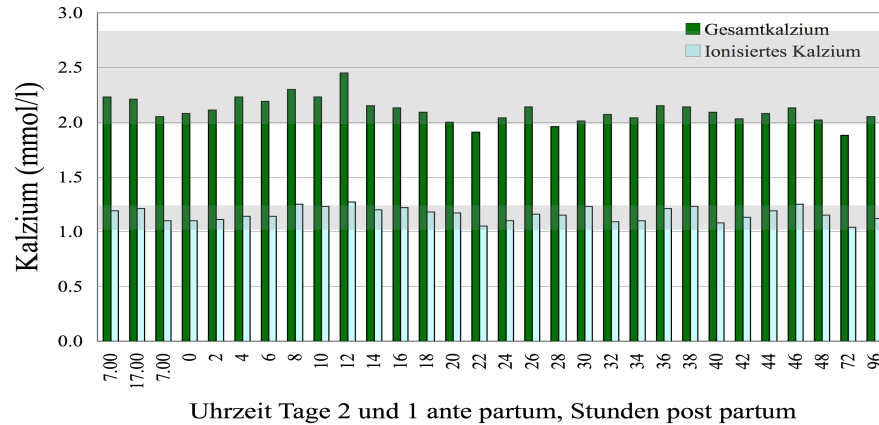
Kuh, Braunvieh, 10 Jahre 1 Monat, achte Laktation, kein Festliegen p.p., ++ Ketonurie 12 Stunden post partum behandelt mit 10 l NaCl-Glukose-Lösung (90 g NaCl, 500 g Glucose) als Dauertropfinfusion.

Kuh 29 (Gruppe B, keine prophylaktische Behandlung)



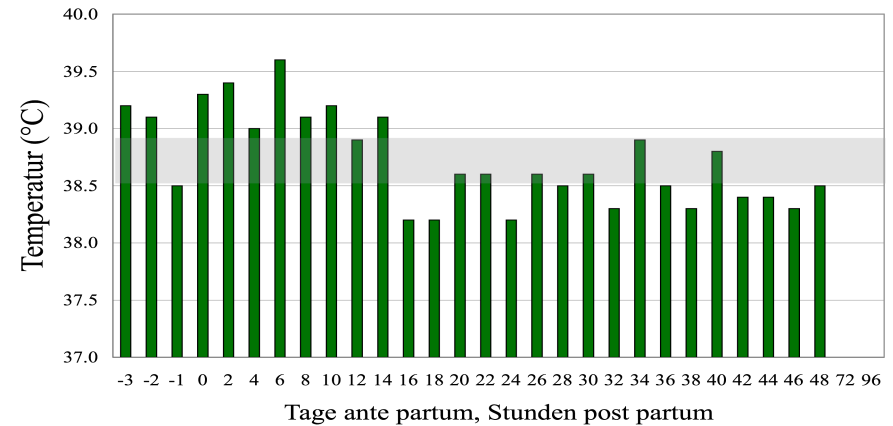
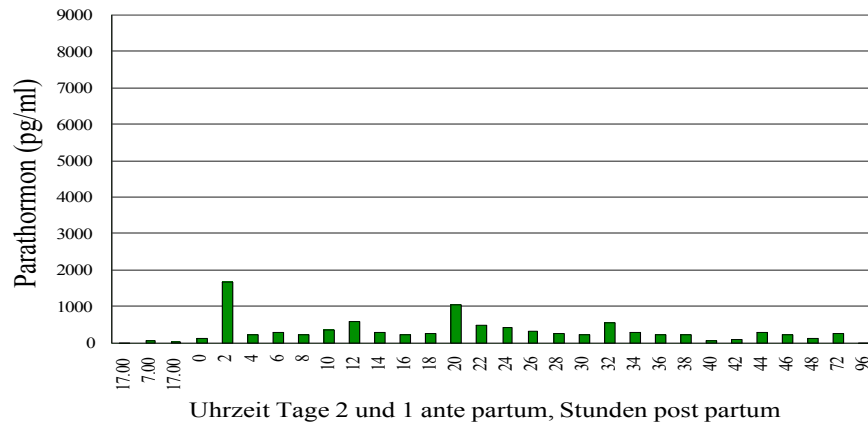
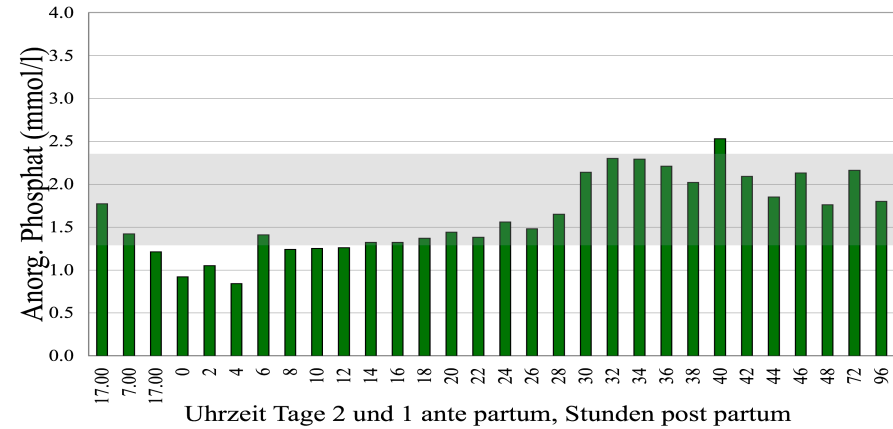
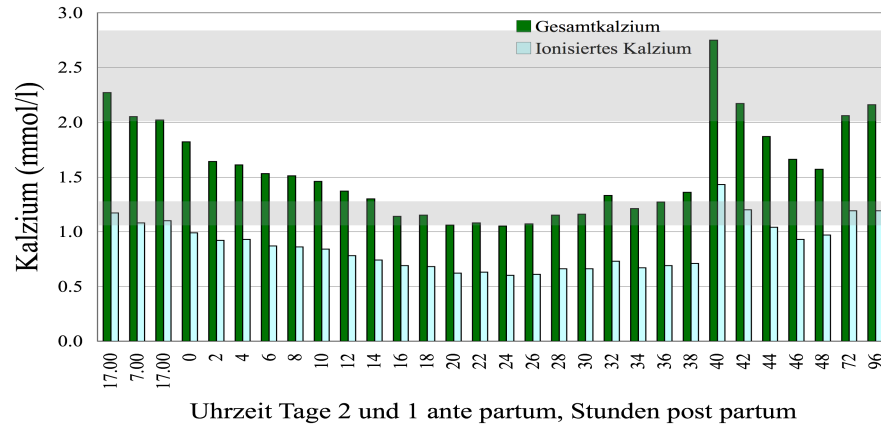
Kuh, Fleck, 9 Jahre 8 Monate, siebte Laktation, Festliegen 16 Stunden p.p. (für 40 min), 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. und 350 g Natriumdihydrogenphosphat p.o.; 36 Stunden p.p. erneut Festliegen, 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v.; 48 Stunden p.p. Festliegen, 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. im langsamen Tropf, mehrere Rezidive bis 3 Tage post partum

Kuh 30 (Gruppe C, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



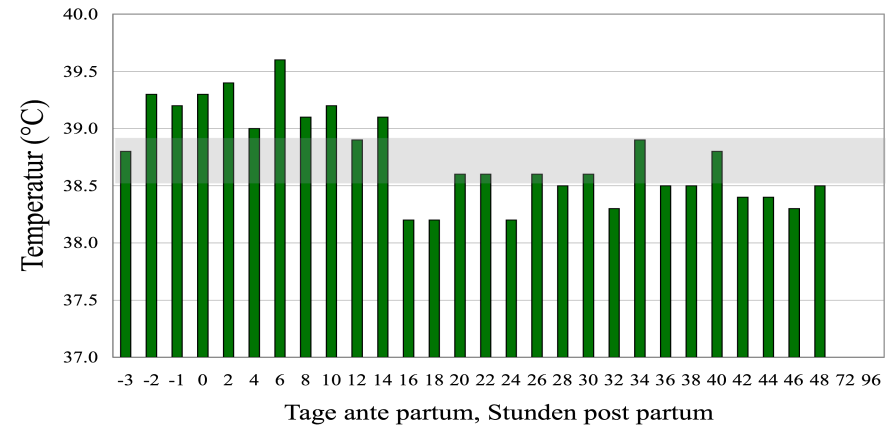
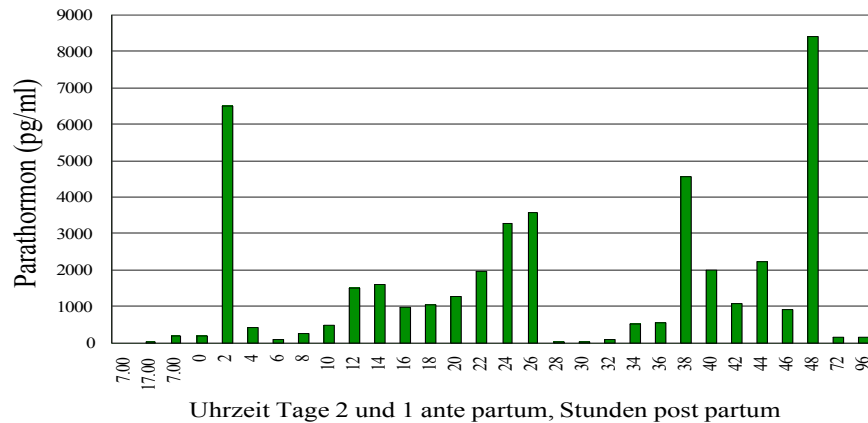
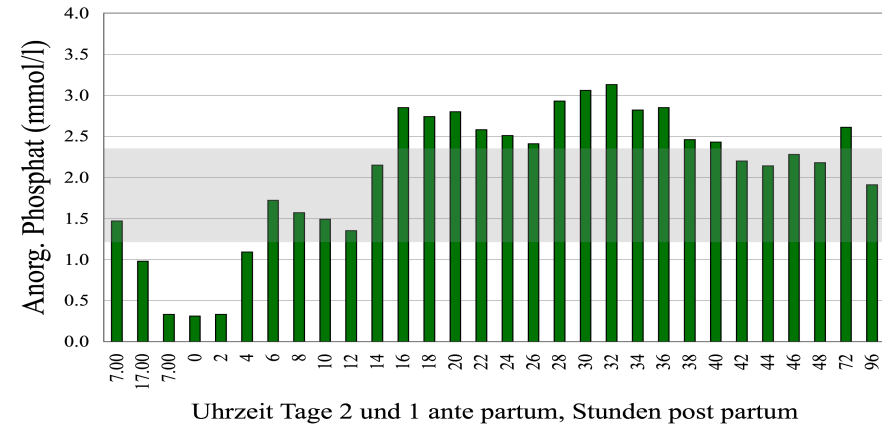
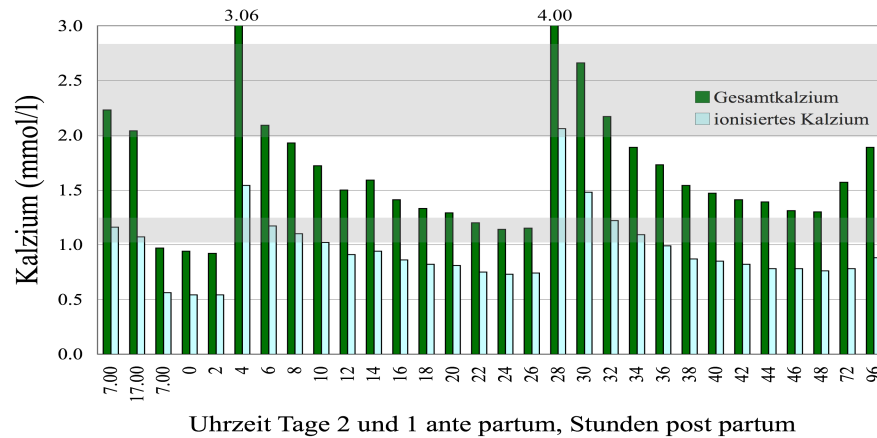
Kuh, Braunvieh, 6 Jahre 7 Monate, vierte Laktation, kein Festliegen p.p., akute Mastitis 28 h p.p., Therapie 20 Mio U.I. Colistin i.m. (20 ml Mastimyxin[®] Injektionslösung) und 1 Mio U.I. Polymyxin B i. mam (10 ml Mastimyxin[®] Suspension in Injektoren).

Kuh 31 (Gruppe D, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



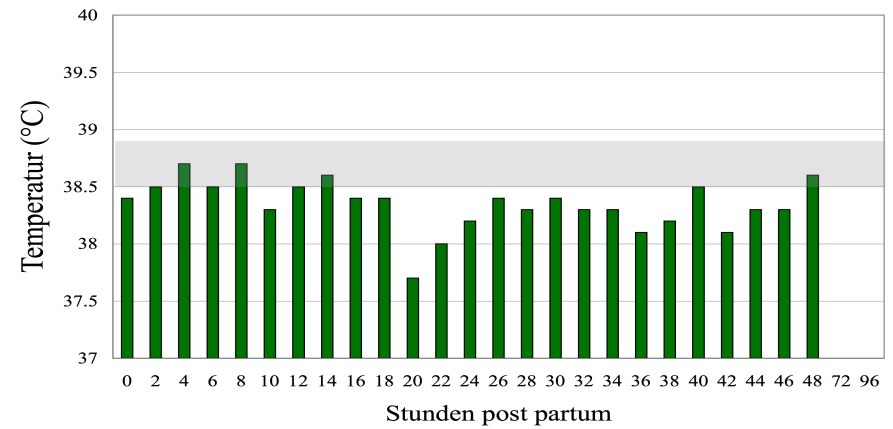
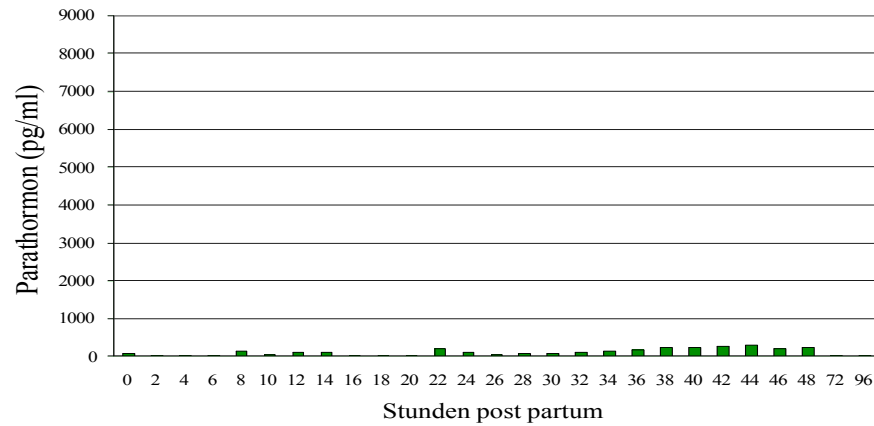
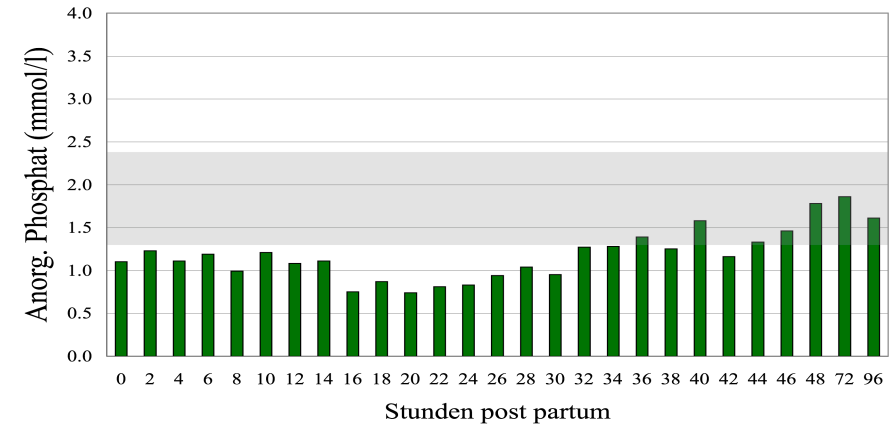
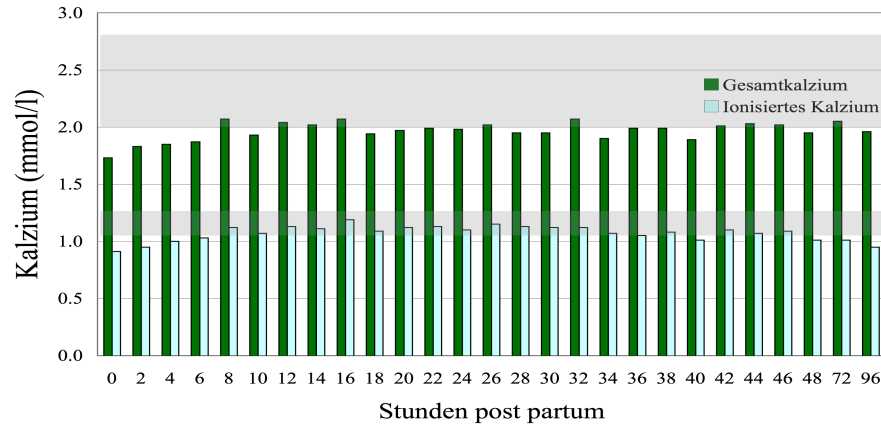
Kuh, Braunvieh, 6 Jahre 10 Monate, vierte Laktation, Festliegen 38 Stunden p.p. (für 25 min). Therapie mit 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v., 48 Stunden p.p. drohendes Festliegen, 500 ml Calcamyl 40 MP[®] i.v. im langsamen Tropf

Kuh 32 (Gruppe E, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



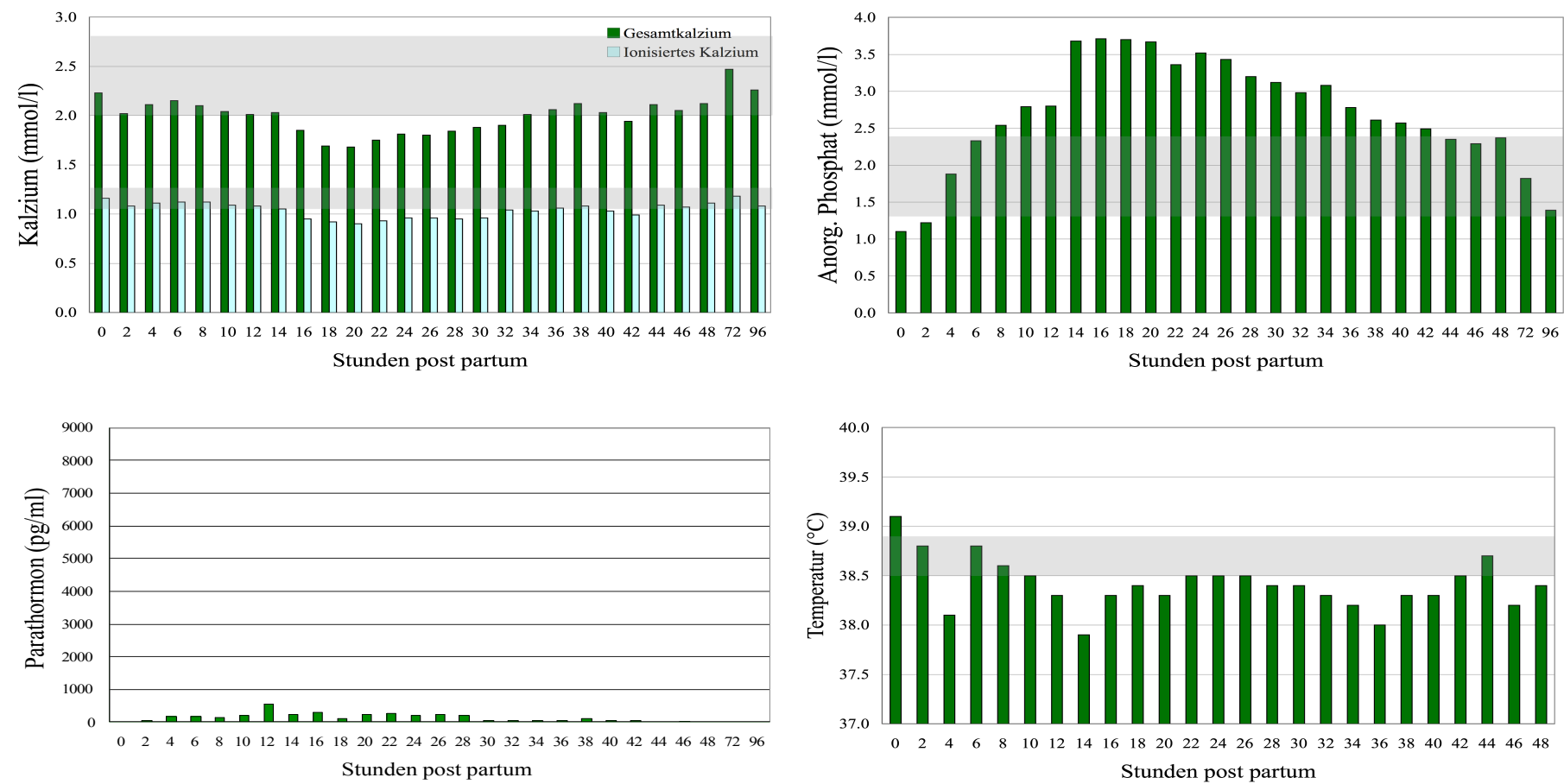
Kuh, Fleck, 6 Jahre 5 Monate, vierte Laktation, Festliegen 2 Stunden p.p. (für 15 min), 500 ml Calcamyl 40MP[®] i.v., 26 Stunden p.p. drohendes Festliegen, 500 ml Calcamyl 40MP[®] i.v.

Kuh 33 (Kontrollgruppe A, 160 g Kalziumchlorid unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



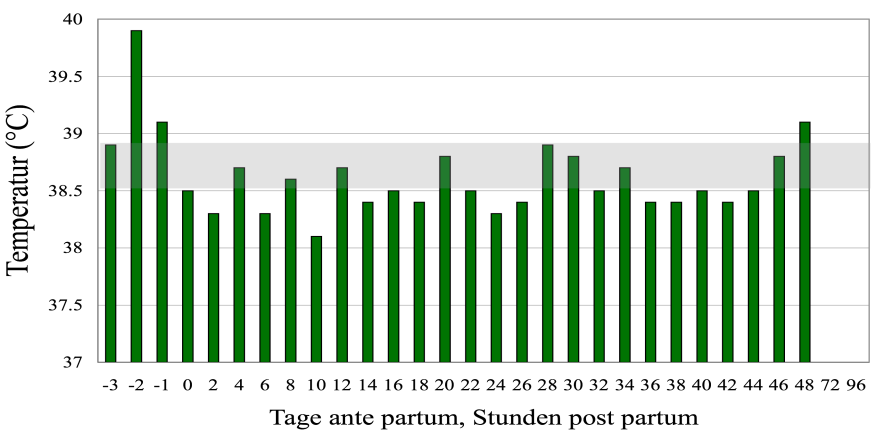
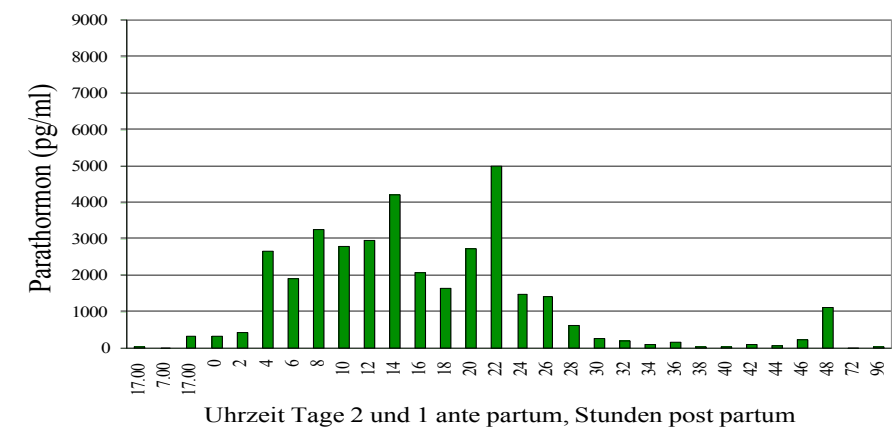
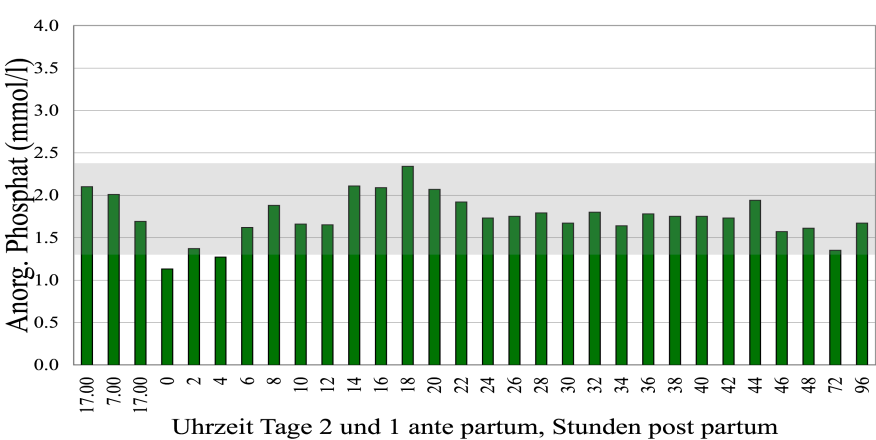
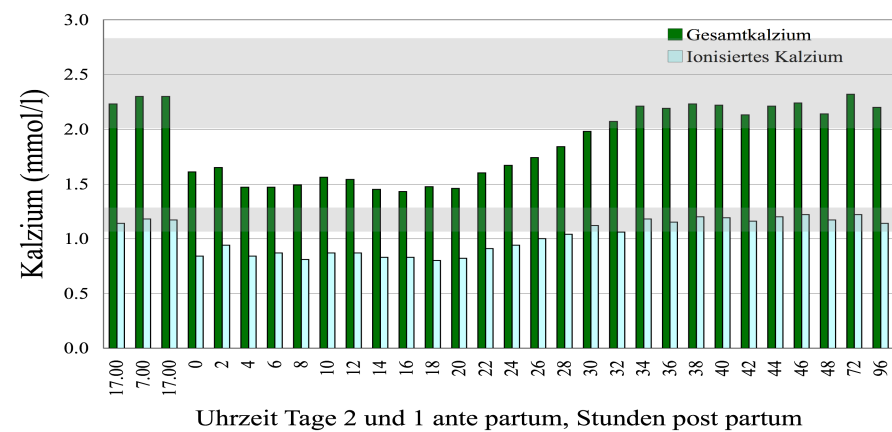
Kuh, Braunvieh, 11 Jahre 11 Monate, neunte Laktation, Kontrollgruppe, kein Festliegen im Vorjahr, kein Festliegen post partum

Kuh 34 (Kontrollgruppe A, 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



Kuh, Braunvieh, 14 Jahre 2 Monate, 12. Laktation, Kontrollgruppe, kein Festliegen im Vorjahr, Braunvieh, kein Festliegen post partum

Kuh 35 (Kontrollgruppe A, 160 g Kalziumchlorid und 350 g Natriumdihydrogenphosphat unmittelbar p.p. und 12 Stunden später)



Kuh, Braunvieh, 12 Jahre 7 Monate, zehnte Laktation, Kontrollgruppe, kein Festliegen im Vorjahr, kein Festliegen post partum

LEBENS LAUF

Barbara Elisabeth Bryce

7. Januar 1978

geboren in Samedan, GR

Bürgerin von Castasegna GR und Schottland UK

1985-1993

Primar- und Sekundarschule in Bad Ragaz

1993-1998

Kantonsschule in Sargans, Matura Typus B

1998-2003

Studium der Veterinärmedizin an der Universität
Zürich mit Staatsexamen

2003-2007

Assistentin und Doktorandin an der Ambulatorischen
Klinik des Departements für Nutztiere der Vetsuisse-
Fakultät, Universität Zürich.